Lehrbuch

der

theoretischen Chemie

von

Dr. L. Müller.

Erstes Heft.

Berlin 1850.
Julius Springer.

Benachrichtigung.

Indem hiermit das erste Heft des Lehrbuches der theoretischen Chemie von L. Müller dem Publikum übergeben wird, sei es erlaubt, demselben zur Anzeige zu bringen, daß das Ganze aus 4 bis 5 Heften bestehen wird, welche in möglichst rascher Aufeinanderfolge erscheinen sollen.

Lehrbuch

der

theoretischen Chemie

von

Dr. L. Müller.

Berlin 1850.
Julius Springer.

Vorwort.

Wenige Wissenschaften erfreuen sich einer so allgemeinen Theilnahme in allen Sphären der Gesellschaft wie die Chemie, und es erklärt sich diese leicht, wenn man die im zweiten Abschnitt dieses Buches näher bezeichneten, zahlreichen Wissenschaften, Künste und Gewerbe berücksichtigt, denen sie eine unentbehrliche Stütze geworden. Daher auch die Schaar ihrer Jünger im steten Wachsthum begriffen ist und eine Menge der ausgezeichnetsten Kräfte sich ihr dienstbar machten, durch welche in dem Zeitraum von wenigen Decennien eine Fülle von Beobachtungen theils neu zu Tage gefördert, theils vervollständigt und berichtigt wurde, von welcher man sich kaum eine Vorstellung zu machen im Stande ist; durch welche ferner die Methoden des Experimentirens und Analysirens eine Schärfe und Genauigkeit erlangten, die man früher zu erreichen für unmöglich gehalten hätte, und endlich der Kreis chemischer Forschung in allen drei Reichen der Natur dergestalt erweitert wurde, daß auch der kühnste Geist nicht bis zu dessen Grenzen vorzudringen vermag. — Allein je mehr das von der Wissenschaft zu bewältigende Material

an Umfang gewinnt und je lockender selbst es ist, bei der fast nie fehlenden practischen Nützlichkeit einer jeden Entdeckung, aus dem ewig sprudelnden Quell der Beobachtung einen berauschenden Trunk kurzer Berühmtheit zu thun, um desto mehr ist es Pflicht aller derer, denen das Gedeihen der Wissenschaft wahrhaft am Herzen liegt, darüber zu wachen, daß ihre innere Entwickelung, die einheitliche Verbindung der einzelnen Erscheinungen nicht zurückbleibe hinter der Ausdehnung ihres Terrains, daß die Schwächen der auf einer mangelhafteren Erfahrung basirenden Theorie an's Licht gezogen und neue Gesichtspunkte eröffnet werden, welche die Bedeutung jeder einzelnen Erscheinung für das gesammte Naturleben klar hervortreten lassen. — Den Dank für eine derartige Pflichterfüllung zollt indeß selten die Gegenwart, meist nur die Nachwelt, daher sich ihr nur die wenigen zu unterziehen bereit sind, die nicht in der Anerkennung des Moments, sondern in dem Bewußtsein der errungenen Einsicht und Ueberzeugung den schönsten Lohn ihrer Bemühungen finden. — Ob nun die Wissenschaft für vorliegendes Werk, dessen spätes Erscheinen außer dem Verschulden des Verfassers lag, diesem überhaupt zu Dank verpflichtet sei, überläßt er dem Urtheile eines nachsichtigen und gerechten Lesers, dem er dasselbe jedoch mit der Versicherung übergiebt, daß es einzig und allein aus dem Streben nach Wahrheit und Klarheit hervorgegangen.

Der Verfasser.

I.

Definition der Chemie und ihre Stellung zu den verschiedenen naturwissenschaftlichen Disciplinen.

Um das Wesen und die Aufgabe einer jeden naturwissenschaftlichen Disciplin richtig aufzufassen, ist es die erste Bedingung, daß man sie als Theil der gesammten Naturwissenschaft betrachte und ihr Verhältniß zu den übrigen Disciplinen näher bestimme; denn an die Spitze einer jeden einzelnen naturwissenschaftlichen Disciplin sollte der Satz gestellt werden: Es ist nur eine Natur und nur eine Naturwissenschaft, und die Theilung dieser letzteren hat nur den Zweck, jede Disciplin der möglichsten Vollendung nahe zu bringen, so daß aus ihrer schließlichen Vereinigung die Einheit der Natur um so vollständiger als eine bewußte sich ergebe. Die gefühlte Einheit ist der Ausgangspunkt, die bewußte das Ziel alles Naturstudiums.

Das All oder die Natur ist Ein lebendes Ganze; alle sogenannten Elemente, Stoffe, Körper und Wesen, so wie alle Vorgänge, Erscheinungen und Veränderungen stehen mit einander in einer organischen Verbindung und bilden so in Uebereinstimmung zu besonderen und allgemeinen Zwecken wirkende Systeme, aus unter sich in näherer oder weiterer Beziehung stehenden Organen.*)

---

*) Müller, Berzelius' Ansichten p. 14.

Man kann sich das Nach- und Miteinander-Bestehen alles Vergangenen, Gegenwärtigen und Werdenden als ein selbstthätiges Gewebe von Actionen denken, in welchem jedes Einzelne als Vereinigungs-Punkt mehrerer oder weniger Fäden mit jedem Anderen zu verschiedenen Schlingen, Systemen und zu Mustern von eigner Bedeutung für und im Ganzen, dichter oder loser, weniger oder mehr durchgreifend verbunden ist.*)

Diese Fäden des Gewebes, diese universellen Beziehungen der Einzelwesen geben sich individuell zu erkennen als Mechanismus, Chemismus, Electricität, Magnetismus, Wärme nnd Licht.

Jeder Körper oder Stoff zeichnet sich aus durch eigenthümliche Form, eigenthümliches Gewicht, eigenthümliche chemische Tendenzen, eigenthümliche Temperatur- und Lichtverhältnisse, eigenthümliche electrische oder magnetische Erregbarkeit; ja jeder Körper ist eben nur in und durch die Verbindung und Zusammenhaltung der, seine Natur und Form bestimmenden Functionen (man nenne diese Kräfte oder irgend wie), in solch einem Verhältniß zu einer Einheit, daß er die Eigenschaften und Wirkungsweisen besitzt und gegen andere ausüben kann, die ihn als eine eigenthümliche Wesenheit charakterisiren, sowohl im Zustande eines beharrenden Daseins, als in seinen Veränderungen unter sich abändernden Umgebungen und Umständen.

Eine nur an die Außenseite sich haltende Betrachtungsweise der Natur hat zu der Unterscheidung von Kraft und (todter) Materie geführt, die in den verschiedenen Körpern auf eine mehr oder weniger zufällige Weise verbunden sind. So wie wir aber unseren Vorstellungen, Begriffen, Empfin-

---

*) ibid. p. 8.

dungen, Ideen und Bestrebungen deshalb nicht ihre Realität absprechen, weil sie nicht im Raume existiren, — so wenig sind wir befugt, das Außerhalb uns Seiende, deshalb als eine anderweitige Realität, nämlich als ein für sich beharrendes Etwas, als eine Materie im groben Sinne des Worts genommen zu betrachten, weil wir es mit unsern Sinnen, ja mit unsern Händen greifen können. Denn was sind das Widerstandleisten, das Gewichthaben, das Raumerfüllen, diese Hauptmerkmale des sogenannten Materiellen anderes, als Reactionen und Wirkungen, die von einer gemeinschaftlichen Einheit, Gegenstand genannt ausgehen.*)

Wir müssen aber in der Natur 3 Haupt-Arten von Actionen, in denen das Wesen des Lebens besteht, unterscheiden:

1. Die geistige, dirigirende.

2. Die materialistrende, das Geistige realisirend, in der Wirklichkeit darstellend.

3. Die bewegende, Verbindung und Einklang zwischen allen Wesen und deren Thätigkeit zu ihrem gegenseitigen Bestehen hervorbringend, und die Erstrebung des Naturzweckes vermittelnd.

Hiernach zerfällt sogleich all unser Wissen in 3 Wissenschaften:

1. Die Wissenschaft vom Geist wie er sich sowohl als unendlicher im Universum, als auch als endlicher im Menschen und in den Thieren offenbart.

2. Die Wissenschaft von den sich stets gleichbleibenden oder stets sich neu erzeugenden Wesenheiten oder Naturkörpern und deren Verhältnissen.

3. Die Wissenschaft von den Veränderungen, denen

---

*) Pohl, das Leben der unorganischen Natur, p. 16.

sämmtliche Naturkörper während der Dauer ihres Daseins unterworfen sind. — Naturlehre oder Physik im weitesten Sinne des Wortes. —

Die ad 2 bezeichnete Wissenschaft theilt sich aber in:

I. Naturgeschichte oder die Kenntniß der auf der Erde vorhandenen Naturkörper, welche wiederum zerfällt in:

a) Naturgeschichte der unorganischen Körper d. h. derjenigen Körper in denen sich ausschließlich, wiewohl stets unter der Herrschaft der geistigen und bewegenden Action der Gesammtnatur, die materialisirende Action manifestirt. Oryktognosie — Krystallographie (Morphologie).

b) Naturgeschichte der Pflanzen, d. h. derjenigen Wesenheiten in denen unter dem universellen geistigen Einfluß, die materialisirende uud bewegende Action sich verbunden zeigen — die Botanik und Pflanzenanatomie.

c) Naturgeschichte der Thiere, d. h. derjenigen Wesen in denen alle 3 Actionen, die geistige, materialisirende und bewegende gleichzeitig wirken — Zoologie und Thier-Anatomie.

II. Naturbeschreibung der Erde, welche zerfällt in:

a) Geognosie, Lehre von den näheren Bestandtheilen der Erde

b) Geographie, Lehre von den äußern Formen der Erde uud ihren Verhältnissen.

c) Atmosphärologie, Lehre von der Gashülle der Erde.

III. Naturbeschreibung des Welt-Alls - Astronomie.

Die ad 3. erwähnte Wissenschaft von den Veränderungen, denen sämmtliche Naturkörper während der Dauer ihres Daseins unterworfen sind — Naturlehre oder Physik

im weitesten Sinne des Wortes, hat folgende Unterabtheilungen:

I. Lehre von dem Entstehen, Bestehen und Vergehen der auf der Erde vorhandenen Körper, zerfallend in:

a) Physik im engeren Sinne des Wortes d. h. Lehre von den Veränderungen der unorganischen Körper.

b) Physiologie, Lehre von den Veränderungen organischer Körper, natürlich in Pflanzen und Thierphysiologie getheilt.

II. Lehre von der Bildung und den Revolutionen der Erde, — Geologie.

III. Lehre von der Entstehung und den Veränderungen des Universums — Kosmologie. —

Die Veränderungen nun der unorganischen Körper sind zweierlei Art: sie beziehen sich entweder auf äußere Verhältnisse, also auf den Zustand und die Stellung zu andern Körpern und lassen den Körper an welchem sie auftreten als solchen fortbestehen, oder sie sind Veränderungen der Substanz, der Körper hat unter Bildung neuer, zu sein aufgehört. — Die Physik im engeren Sinne des Wortes zerfällt daher in:

α. Physik im engsten Sinne des Wortes oder Lehre von den äußeren und Zustandsveränderungen der Körper und

β. Chemie*) oder die Wissenschaft von den substantiellen Veränderungen der Körper oder der Materie, — und es ist mithin die Aufgabe der Chemie die verschiedenen Substanzveränderungen in

---

*) Das Wort Chemie dürfte am richtigsten abzuleiten sein von χέω oder χεύω schmelzen, hiervon kommt offenbar der von Alexander Aphrodisius gebrauchte Ausdruck χυικὰ oder χυμικὰ ὄργανα, instrumenta chimica.

ihrem Zusammenhange darzustellen, die Gesetze nach denen sie erfolgen zu ermitteln und die Ursachen die ihnen zu Grunde liegen zu erforschen.*) —

---

*) Es liegt nicht in der Absicht dieses Werkes gegen herrschende Ansichten, Definitionen und Erklärungsweisen eine Polemik zu beginnen oder fortzusetzen; allein die in vieler Hinsicht neue Behandlungsweise der Chemie macht es nothwendig, dann und wann Ansichten der hervorragendsten Chemiker unserer Zeit einer Kritik zu unterwerfen oder in Parallele mit den hier ausgesprochenen zu stellen. — Was nun die Definition der Chemie anbetrifft, so ist bereits in der Schrift: Berzelius' Ansichten, darauf aufmerksam gemacht, wie mangelhaft dieselbe auch in den renommirtesten chemischen Lehrbüchern hingestellt ist, und während dies dort an der von Berzelius aufgestellten nachgewiesen wurde, kann der Verf. nicht umhin, hier die von Gmelin in seinem durch Inhalt und Behandlung des Stoffes gleich ausgezeichnetem Handbuche der Chemie, 4. Aufl. Heidelberg 1841 gegebene, einer kurzen Kritik zu unterwerfen. Gmelin sucht auf ziemlich weitem Umwege den Begriff von Chemie zu entwickeln, er sagt nämlich:

„Die Chemie ist ein Theil der Naturwissenschaft. — Die Naturwissenschaft beschäftigt sich mit sämmtlichen den Sinnen sich darbietenden Gegenständen, ihren Eigenschaften und Veränderungen, sofern diese nicht durch die menschliche Seele hervorgebracht werden."

Es sei hier erlaubt folgende Bemerkung einfließen zu lassen: Die Naturwissenschaft im weitesten Sinne des Wortes hat jedenfalls auch das Geistige zum Gegenstand ihrer Forschung und umfaßt überhaupt alle Wissenschaften; im gewöhnlichen Sinne des Wortes jedoch besteht sie nur aus den beiden letzteren der oben genannten 3 Haupt-Wissenschaften, und es ist nicht einzusehen inwiefern durch die menschliche Seele Naturgegenstände oder Eigenschaften und Veränderungen derselben hervorgebracht werden können; daher dieser Zusatz als vollständig überflüssig erscheint.—

„Einige Zweige der Naturwissenschaft betrachten die einzelnen Körperklassen in ihrer Ruhe, ihrer Lage, Größe, Form, Structur und ihren übrigen physikalischen Eigenschaften nach z. B. Astrognosie, Geognosie, Mineralogie, Botanik, Zoologie, Pflanzen- und Thier-Anatomie. — Andere Zweige betrachten die Veränderungen, welche einzelne Körperklassen erleiden, diese Veränderungen seien hervorgebracht durch welche Ursachen sie wollen, z. B. Astronomie, Geologie, Pflanzen- und Thier-Physiologie, Nosologie, Therapie. — Die Physik und Chemie endlich betrachten diese Veränderungen der

II.

Eintheilung der Chemie.

Es ist wohl nicht eine Wissenschaft durchaus von jeder anderen unabhängig: immer werden zur Aufklärung

---

Körper nicht nach den verschiedenen Classen, denen diese angehören, sondern nach ihren verschiedenen Ursachen."

Diese Bestimmung des allgemeinen Verhältnisses von Physik und Chemie zu den übeigen Wissenschaften ist durchaus unklar, ja in gewisser Hinsicht falsch zu nennen, denn nach ihr haben Phÿsik und Chemie einerseits und Astronomie, Geologie, Physiologie u. s. w. andrerseits denselben Gegenstand, nämlich die Veränderungen der Körper, nur der Eintheilungsgrund ist verschieden: hier die Beschaffenheit der Körper, dort die Ursache der Veränderung; allein einmal beschäftigt sich die Chemie nicht mit Weltkörpern, Thieren und Pflanzen, sondern nur mit den verschiedenen Formen der Materie, die in jenen unterschieden werden können, dann aber liegen den Veränderungen welche Weltkörper, Thiere und Pflanzen während ihrer Bildung, ihres Bestehens und Vergehens erleiden dieselben Ursachen zu Grunde, die wir bei jedem chemischen Processe in ihren Wirkungen beobachten. —

„Sämmtliche Veränderungen der Körperwelt, lassen sich von folgenden Ursachen, Kräften ableiten:

I. Abstoßungskraft, Repulsion (an der Undurchdringlichkeit und Ausdehnungskraft der Materie.)

II. Anziehungskraft, Attraction, diese ist:

1. Mechanische Anziehungskraft, wodurch Körper ohne Aenderung ihrer Eigenschaften (die räumlichen ausgenommen) einander genähert werden, und zwar:
   a) Schwerkraft, Gravitation.
   b) Cohäsion.
   c) Adhäsion.
2. Chemische Anziehungskraft, Affinitaet, oder Anziehung zwischen heterogenen Körpern, und nur in unmeßbar kleinen Entfernungen, deren Erfolg Bildung eines gleichartigen Ganzen ist.

III. Lebenskraft.

Die durch 2 hervorgebrachten Veränderungen bilden den Gegenstand der Chemie. Da diese Veränderungen bestehen 1. in Verbindung ungleichartiger Materien zu einem gleichartigen Ganzen und 2. in zuweilen damit verbundener Abscheidung ungleichartiger Stoffe aus gleichartigem

gewisser Sätze die Resultate der auf anderem Gebiete des menschlichen Wissens angestellten Forschungen zu Hülfe genommen werden müssen, so wie andrerseits auch jede Wissenschaft einer oder mehreren anderen zu weiterer Entwickelung hülfreiche Hand bietet. Daher finden wir bei jeder Wissenschaft die Unterscheidung der reinen und angewandten. Wir haben eine reine und angewandte Mathematik und so auch eine reine und angewandte Chemie. Es ist dieß keine Eintheilung der Chemie, sondern drückt nur aus, daß die Chemie auch als Hülfswissenschaft anderer Disciplinen aufzutreten im Stande ist, und wir werden daher so viel Unterabtheilungen der angewandten Chemie aufstellen können, als es Wissenschaften giebt, die aus gewissen chemischen Erfahrungen Vortheile zu ziehen vermögen. Gewöhnlich theilt man die angewandte Chemie ein in:

a. Die physische, wenn sie die Erweiterung der Physik im Allgemeinen zum Gegenstande hat, oder die meteorologische, wenn sie die in der Erdatmosphäre

---

Ganzen, so läßt sich die Chemie definiren als die Lehre von den Verbindungen ungleichartiger Körper zu gleichartigen Ganzen, und von den Abscheidungen ungleichartiger Stoffe aus gleichartigen Ganzen! Daher der Name Chemie, Mischungskunde und Scheidekunst.)"

Auch diese nähere Bestimmung der chemischen Erscheinungen und Definition der Chemie ist durchaus mangelhaft. Es werden die chemischen Erscheinungen unmittelbar als Anziehungserscheinungen hingestellt, bei denen indeß die Anziehungskraft nur in unmittelbaren Entfernungen thätig ist, also entschieden die atomistische Hypothese zu Grunde gelegt, was wie schon an a. O. bemerkt durchaus unstatthaft ist, da die Hypothese mit der Zeit sich als falsch erweisen kann, die Definition aber gleich der Wissenschaft unvergänglich sein soll. — Wenn es ferner heißt, es seien zuweilen mit den Anziehungserscheinungen Ausscheidungserscheinungen verbunden, so weiß man nicht wie die rein analytischen, durch Wärme, Electricität ꝛc. hervorgerufenen Processe zu erklären sind, wenn man nicht wiederum die Hypothese, daß den Inponderabilien eine Materie zu Grunde liege, zu Hülfe nehmen will.

vorkommenden Veränderungen erklärt und somit der Witterungskunde beförderlich ist.

b. Die mineralogische oder fossilische, insofern sie die Bestandtheile der Mineralkörper und Fossilien erforschen lehret.

c. Die physiologische, wenn sie Wirkungen des Chemismus in organisirten Wesen nachzuweisen strebt, und die chemischen Veränderungen gewißer für das Leben wichtiger Substanzen verfolgt.

d. Die medicinische, insofern sie zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Gesundheit und zur Auffindung von dem Körper nachtheiligen Substanzen behülflich ist; diese zerfällt in:

aa. Die polizeiliche, wenn sie über die gute Beschaffenheit der nothwendigen Lebensmittel wachet, und überhaupt alles zu entfernen strebt, was die Gesundheit der Menschen und Thiere gefährden kann.

bb. Die gerichtliche, wenn sie sich mit der Untersuchung der Gesundheit nachtheiliger, und durch absichtliche Verfälschungen oder Vergiftungen entstandener, chemischer Einwirkungen auf Menschen und Thiere beschäftigt.

cc. Die pharmaceutische, wenn sie die kunstgerechte Zubereitung der Arzneien lehrt.

e. Die ökonomische, wenn sie die Anwendung chemischer Erfahrungen auf Agricultur und Haushaltung betrifft.

f. Die technische Chemie, welche die sehr vielen Künsten und Gewerben zum Grunde liegenden chemischen Erscheinungen und Gesetze entwickelt, und die Vervollkommnung aller Produkte des Kunst- und Gewerbfleißes zum Ziele hat; diese zerfällt aber weiter in:

aa. Die lithurgische oder Steinchemie, welche die Untersuchung der Steine und die Darstellung steinartiger Pasten und der künstlichen Edelsteine lehrt.

bb. Die hyalotechnische oder Glaschemie, Hyalurgie, welche die Bereitung des Glases lehrt.

cc. Die halurgische oder Salzchemie, Halurgie, welche von der Gewinnung der Salze im Großen handelt.

dd. Die chromatische oder Farbenchemie, Chromurgie, welche die Zubereitung der Farben, das Färben und Bleichen zum Gegenstande hat.

ee. Die zymotechnische oder Gährungschemie, Zymotechnik, welche die Erzeugung der Gährungsproducte, z. B. des Weines, Bieres, Branntweines, Brotes, Essigs u. s. w. betrifft.

ff. Die phlogurgische oder Feuerchemie, Phlogurgie, welche die Gewinnung entzündlicher Substanzen und die Ofenbaukunst umfasset.

gg. Die docimastische, Docimasie, Probierkunst, welche von der Untersuchung der Erze und metallischer Substanzen überhaupt handelt.

hh. Die metallurgische, Metallurgie, Hüttenkunst, welche die Gewinnung metallischer Substanzen im Großen lehret; und endlich

ii. einige andere Zweige der angewandten Chemie, als: die Bereitung der Seife, des Leders, des Leims u. s. w.

g. Die archäologische oder Alterthumschemie, wenn sie aus der Zusammensetzung alterthümlicher Münzen, Waffen und überhaupt Metallcompositionen, auf das Volk von welchem sie herstammen und auf die Zeit ihrer Darstellung schließen lehrt. —

Eine andere Bedeutung hat die Entgegenstellung der reinen und analytischen Chemie. Unter reiner Chemie versteht man hier wie immer, den rein wissenschaftlichen Theil der Chemie, welcher die Theorie der chemischen Erscheinungen, so wie die Erfahrungen umfaßt, auf welche diese sich stützt. Man gewahrt aber sehr bald, daß einzelne dieser Stützen noch sehr schwach, so wie daß viele Erfahrungen noch nicht in die Theorie aufgenommen sind, daß also, mit einem Worte, die Theorie der chemischen Erscheinungen noch nicht vollendet ist, und daß wir noch zahlreicher Erfahrungen bedürfen, ehe wir hoffen können, uns der Vollendnng einigermaßen zu nähern. Zur Erlangung dieser Erfahrungen bedienen wir uns vorzugsweise der Analyse, deren geschickte Ausführung mit manchen Schwierigkeiten verknüpft ist. Die analytische Chemie lehrt uns nun diese Schwierigkeiten überwinden, indem sie uns mit den geeigneten Apparaten bekannt macht, die Art und Weise, wie die Körper auf einander reagiren, in's Gedächtniß ruft, worauf sich die Erkennung des einen durch den andern stützt, und uns endlich die Methoden kennen lehrt, wie ein Körper in den verschiedenen Arten seines Vorkommens quantitativ zu bestimmen sei. Während also die reine Chemie stets nur die weitere Ausbildung der Wissenschaft im Auge hat, behandelt die analytische Chemie ein's der wichtigsten Mittel, durch welches uns jene möglich wird. —

Hier war nirgends von einer Theilung der Chemie als Wissenschaft, sondern nur von einer Theilung des Studiums die Rede; es ist nun aber auch die reine Chemie selbst einer Theilung fähig, denn die Körper mit denen es die Chemie zu thun hat, sind sehr mannigfaltig und zerfallen in mehrere natürliche Gruppen. Wie wir daher in der Mathematik, Geometrie, Algebra, Trigonometrie, Differen-

tialrechnung ꝛc. unterscheiden, so kann auch die Chemie in die Lehre der indifferenten Stoffe, der Säuren, Basen und Salze eingetheilt werden. Allein um eine solche Trennung streng durchzuführen müßten die Grenzen jener Gruppen bestimmter angegeben werden können; diese laufen aber bis jetzt noch so in einander und die Stoffe jener Gruppen stehen in so inniger Beziehung, daß eine Trennung der einzelnen Lehren fast unmöglich erscheint. Nur die Salze bilden ein selbstständiges Ganze und werden daher auch in der Halogenie oft gesondert von den übrigen Körpern behandelt. Während so eine auf die Beschaffenheit des behandelten Gegenstandes gestützte Eintheilung in der Chemie weniger gebräuchlich ist als in andern Wissenschaften, hat man hingegen in der Chemie eine Eintheilung eingeführt, die sich auf den Ursprung der Körper bezieht: man unterscheidet nämlich unorganische Chemie, oder Chemie derjenigen Stoffe und Verbindungen, die aus dem unorganischen Reiche, und Chemie derjenigen Verbindungen, die aus dem organischen Reiche herstammen. Diese Eintheilung kann richtig aufgefaßt, den Fortschritten der Chemie kein Hinderniß in den Weg legen: im Gegentheil wird sie als nothwendig betrachtet werden müssen, wenn es sich herausstellt, daß die Verschiedenheit der Abstammung sich zugleich in einer Verschiedenheit der Eigenschaften oder in einer verschiedenen Verbindungsweise der einzelnen Bestandtheile manifestirt. — Dieß ist nun zur Zeit in so weit der Fall, als es zunächst überhaupt nur wenige Stoffe, nämlich Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff sind, welche gewöhnlich die organischen Substanzen bilden. Einige organische Verbindungen enthalten nur Kohlenstoff und Wasserstoff, wie z. B. Benzol, Naphtalin u. dergl. eine größere Anzahl enthält Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, so

z. B. der Zucker, das Gummi, Stärkemehl und die meisten Säuren. Die Alkaloide und eine Reihe von anderen Verbindungen, welche die Hauptmasse des Thierkörpers ausmachen, nämlich die Proteinkörper, das Gelatin u. a. enthalten außer diesen Stoffen noch Stickstoff, und in einigen wenigen der letztern Verbindungen kommen auch Schwefel und Phosphor vor. Chlor, Brom, Jod, Fluor ja selbst Arsenik und Tellur können durch Kunst an die Stelle von Wasserstoff oder Sauerstoff in organischen Verbindungen gebracht werden, wodurch eine große Anzahl neuer Körper entsteht, welche die genannten Stoffe, gleichsam als Stellvertreter von Wasserstoff und Sauerstoff enthalten. — Es kann also bei dieser geringen Anzahl von Materien, die zur Bildung organischer Körper beitragen, die Mannigfaltigkeit der letztern nicht in der Verschiedenartigkeit der Bestandtheile ihren Grund haben, wie es im Allgemeinen bei den unorganischen Körpern der Fall ist, sondern dieselbe muß durch die verschiedenen Verhältnisse, nach denen die genannten wenigen Stoffe sich vereinigen erreicht werden. Während also:

„die Verschiedenartigkeit der unorganischen Körper im Allgemeinen durch die verschiedene Qualität der Bestandtheile bedingt wird, beruht die Verschiedenartigkeit der organischen Körper auf der verschiedenen Quantität einiger wenigen Stoffe."

Man vergleiche z. B. die unorganischen Verbindungen

Schwefelsäure = SO^3

Kieselsäure = SiO^3

Borsäure = BO^3

mit den organischen:

Essigsäure = $C^4 H^6 O^3$

Valeriansäure = $C^{10}\ H^{18}\ O^{3}$

Benzoesäure = $C^{14}\ H^{10}\ O^{3}$ *)

Aus dieser Grundverschiedenheit der dem unorganischen und organischen Reiche entstammenden Verbindungen ergiebt sich unmittelbar eine zweite, daß nämlich: die Verhältnisse zwischen den Mischungsgewichten der einzelnen Bestandtheile bei den organischen Verbindungen viel mannigfaltiger und complicirter sind als in den unorganischen. Während in den unorganischen Verbindungen die Anzahl der Mischungsgewichte sämmtlicher Bestandtheile höchstens bis 95, wie im wasserhaltenden Alaun steigt, finden wir dieselbe in organischen oft weit über 100 gehen, wie bei der Oelsäure in welcher sie 192 beträgt. Es ist nämlich Alaun = $\dot{K}\dddot{S} + \dddot{\bar{Al}}\dddot{S}^{3} + {}_{24}\dot{H}$, Oelsäure = $C^{70}\ H^{117}\ O^{5}$.

Endlich müssen wir zur Zeit auch noch eine Verschiedenheit in der innern Constitution beider Classen von Verbindungen, wenn auch nicht als nothwendig voraussetzen, doch als möglich und wahrscheinlich annehmen. Unsere Vorstellung über die Constitution der unorganischen Körper ist außerordentlich einfach, es scheint bei ihnen fast Allgemein das Binaritäts-Gesetz zu gelten: ein indifferenter Körper verbindet sich mit einem andern, es entsteht eine Säure oder eine Base, die Säure verbindet sich mit der Base zu einem Salze, das Salz mit einem andern zu einem Doppelsalze. Wenn also auch die Anzahl der entferntesten Bestandtheile 4 oder 5 beträgt, so sind es doch immer nur 2 nächste Bestandtheile aus deren Verbindung der

---

*) Die Bedeutung der chemischen Zeichen, deren Kenntniß hier wohl vorausgesetzt werden darf, wird in einem der folgenden Abschnitte näher auseinander gesetzt werden.

Körper entstand z. B. Alaun. Anders verhält es sich bei sehr vielen organischen Verbindungen z. B. Amylum $C^{12} H^{20} O^{10}$, Protein $N^{10} C^{40} H^{62} O^{12}$; bei denen wir keine solche Zweitheilung vornehmen können, sondern bei denen wir annehmen müssen, daß die Verbindungen das Resultat der gleichzeitigen Aufeinanderwirkung der einzelnen Bestandtheile sind. Während also die unorganischen Verbindungen im Allgemeinen binär zusammengesetzt sind, scheinen bei den organischen auch ternäre und quaternäre vorzukommen.

Dieser letztere Umstand wurde bis auf die neuste Zeit als Hauptunterscheidungsgrund der unorganischen und organischen Chemie angesehen, allein gegenwärtig ist es fraglich geworden ob dieser Unterschied beider Verbindungen wirklich existirt. Man kann nämlich die Zusammensetzung eines sehr großen Theiles der organischen Verbindungen sehr gut in Einklang mit der der unorganischen bringen, wenn man annimmt, daß gewisse zusammengesetzte Körper in den organischen Verbindungen dieselbe Rolle spielen wie die sogenannten einfachen Körper in den unorganischen. Diese zusammengesetzten Körper, gleichsam die Stellvertreter der Elemente, hat man zusammengesetzte Radicale genannt, im Gegensatz zu den unzerlegten Körpern oder Elementen, welche man auch wohl einfache Radicale zu nennen pflegt. Gay. Lussac war es, welcher zuerst das Cyan, die Verbindung von C u. N, $C^2 N^2$, als einen Körper erkannte, der in seinen Verbindungen mit den Metallen und dem Wasserstoff, die Rolle eines Elementes spielt. Salzsäure $H^2 Cl^2$ und Blausäure $H^2 C^2 N^2$ haben auf den ersten Blick eine völlig abweichende Zusammensetzung, indem die erste als eine binäre, die letztere als eine ternäre Verbindung erscheint. Giebt man aber dem Cyan: $C^2 N^2$,

ein besonderes Zeichen Cy^2, so werden die Formeln für die beiden Verbindungen völlig ähnlich: $H^2 Cl^2$ und $H^2 Cy^2$, und nichts kann mehr gerechtfertigt sein, als daß man die Verbindung $C^2 N^2$ als ein zusammengesetztes Radical, als einen Körper betrachtet, welcher, obgleich zusammengesetzt, doch völlig die Rolle eines unzerlegten Körpers übernimmt. Bringt man nämlich z. B. Quecksilberoxyd und Cyanwasserstoffsäure zusammen, so entstehen Cyanquecksilber und Wasser, grade so wie Chlorquecksilber und Wasser gebildet werden, wenn Quecksilberoxyd und Chlorwasserstoffsäure zusammentreffen. Die auf diese Weise gebildeten neuen Verbindungen, Chlor- und Cyan-Quecksilber haben völlig gleiche Gestalt und gleichen sich überhaupt im Aeußern so sehr, daß sie nicht durch ihre physicalischen Eigenschaften von einander unterschieden werden können. — Aether und Holzäther, so verschieden ihre Zusammensetzung nach den Formeln: $C^4 H^{10} O$ und $C^2 H^6 O$ zu sein scheint, werden sofort zu Körpern von ganz ähnlicher Constitution, wenn man in der ersten Formel $C^4 H^{10}$ und in der zweiten $C^2 H^6$ als zusammengesetzte Radicale betrachtet. Nennt man dieselben resp. Aethyl und Methyl, und giebt man ihnen die Zeichen Ae und Me, so wird der Aether zu Aethyloxyd $=$ Ae O, der Holzäther zu Methyloxyd $=$ Me O. Beide Körper sind basischer Natur und sie sind, wie die Basen Kali und Natron, binäre Verbindungen, ihre Verschiedenheit ist dadurch bedingt, daß sie verschiedene zusammengesetzte Radicale enthalten, gerade so wie Kali und Natron verschiedene einfache Radicale enthalten. — Ameisensäure und Essigsäure, welche nach den Formeln: $C^2 H^2 O^3$ nnd $C^4 H^6 O^3$ zusammengesetzt sind, können als die Säuren der zwei zusammengesetzten Radicale: Formyl: $C^2 H^2$ (Fo) und Acetyl: $C^4 H^6$ (Ac) als Formylsäure Fo O^3

und Acetylsäure $Ac\ O^3$ angesehen werden und sind deshalb durch die Verschiedenheit dieser Radicale gerade so verschieden von einander, wie Schwefelsäure SO^3 und Selensäure $Se\ O^3$ durch die Verschiedenheit ihrer Radicale S und Se. — Vergleicht man die Formel des schwefelsauren Kalis mit der des Essigäthers, durch welche nur die absolute und relative Anzahl der Mischungsgewichte ausgedrückt wird, so ergiebt sich nicht die mindeste Aehnlichkeit in der Constitution der beiden Körper:

Schwefelsaures Kali $= KO + SO^3$

Essigäther $C^8\ H^{16}\ O^4$

Selbst wenn man die Formel für den Essigäther so schreibt, daß er durch dieselbe als eine Verbindung von Aether und Essigsäure erscheint, ist die Aehnlichkeit noch sehr gering:

$$KO + SO^3$$

$$C^4\ H^{10}\ O + C^4\ H^6\ O^3$$

Läßt man aber den Aether für Aethyloxyd: $Ae\ O$ und die Essigsäure für Acetylsäure: $Ac\ O^3$ gelten, so springt die Analogie beider Verbindungen in die Augen:

$$KO + SO^3$$

$$AeO + Ac\ O^3$$

Wir können uns für berechtigt halten, einen zusammengesetzten Körper für ein zusammengesetztes Radical gelten zu lassen, wenn wir im Stande sind, an die Stelle desselben, in einer Verbindung, einen unzerlegten Körper zu setzen, oder wenn wir annehmen können, daß derselbe in einer Verbindung nach der Art der unzerlegten Körper mit einem andern unzerlegten Körper verbunden ist. Wird z. B. Essigäther mit Kalihydrat behandelt, so resultiren essigsaures Kali und Alkohol (Aethyloxydhydrat) wie aus folgendem Schema ersichtlich ist:

Vor	Nach
der Aufeinanderwirkung	
Ae O + Ac O^3	Ae O + H^2 O
KO + H^2 O	KO + Ac O^3

Die Benzoesäure: C^{14} H^{10} O^3 wird als die Säure des zusammengesetzten Radical's Benzoyl: C^{14} H^{10} O^2, als Bz O betrachtet, weil das eine Mischungsgewicht Sauerstoff durch Chlor und ähnliche Körper, so wie durch Wasserstoff vertreten werden kann. Ein ausgezeichnetes zusammengesetztes Radical ist das Ammonium H^8 N^2 = Am, welches sich völlig wie das Kalium verhält, so daß für jede Kalium-Verbindung eine entsprechende Ammonium-Verbindung existirt, in welcher an der Stelle von K die Gruppe H^8 N^2 sich befindet. Auf diese Art kann man die Zusammensetzung einer sehr großen Anzahl organischer Körper der der unorganischen analog, d. h. als binär betrachten und es ist zunächst von Liebig versucht worden, das Princip der zusammengesetzten Radicale bei der Bearbeitung der organischen Chemie durchzuführen, und daher die organische Chemie auch die Chemie der zusammengesetzten Radicale genannt worden. Es ist dieser Versuch nicht ohne sehr wichtige Folgen für die innere Entwickelung und die systematische Behandlung der organischen Chemie gewesen, und könnte man ihn als einen durchaus geglückten betrachten, so müßten wir unbedingt die Bezeichnung, organische Chemie und mit ihr die Theilung in unorganische und organische aufgeben. Allein wie schon früher erwähnt, giebt es noch viele Verbindungen, und zwar gerade solche, die durch den Lebensproceß von Pflanzen und Thieren gebildet werden, wie Stärkemehl, die Proteinkörper u. a., in welchen man auch nicht mit entfernter Wahrscheinlichkeit die zusammengesetzten Radicale hat erkennen können, so daß es vor-

eilig erscheint, die ternären und quaternären Verbindungen gänzlich läugnen zu wollen, zumal da uns auch bei dem Versuch das Binaritätsgesetz durchzuführen wieder ternär zusammengesetzte Radicale entgegengetreten, wie oben in der Benzoesäure das Benzoyl Bz = $C^{14} H^{10} O^{2}$. Es haben zwar einige Schriftsteller wie Dumas versucht in diesem Falle 2 Bestandtheile als vicariirende zu betrachten und z. B. im angeführten Beispiele anzunehmen, daß 2 M. G. O. 2 M. G. H. vertreten, aber damit stürzen sie sich in noch größere Schwierigkeiten, da eine Vertretung des Wasserstoffs durch Sauerstoff, Chlor u. s. w. in der That nicht gut denkbar ist. Dann sind aber noch so wenige der zusammengesetzten Radicale isolirt dargestellt, daß die organische Chemie unter diesem Gesichtspunkte behandelt, fast zu einer Chemie gewisser hypothetischer Verbindungen wird.*)

Die unbefangenste Beobachtung führt uns also darauf hin, daß ein Theil der bisher untersuchten Verbindungen nach bestimmten einfachen Gesetzen gebildet zu sein scheint, die sich auf den andern Theil noch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung haben übertragen lassen, so wie, daß die meisten dieser letzteren ihren Ursprung in organisirten Körpern haben. Es ist mithin eine Trennung da, die wir nicht plötzlich aufzuheben vermögen und die wir, um nicht das Studium zu verwirren und in seinen Fortschritten zu hemmen, fortbestehen lassen müssen, aber indem wir sie aussprechen, indem wir unorganische und organische Chemie unterscheiden, müssen wir uns auch mehr als je daran er-

*) Von bedeutender Wichtigkeit für die Wissenschaft können daher die Untersuchungen Frankland's, über die Isolirung der organischen Radicale werden, bei denen ihm bisher die Isolirung des Aethyl's gelungen ist = $C^{4} H^{10}$ vergl. Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler und Liebig. LVIII. 335.

innern, daß die Natur gleiche Zwecke stets durch gleiche Mittel erreicht und daß wir also bei allen aus den Veränderungen der Dinge abgeleiteten Folgerungen die Natur überall als auf gleiche Weise wirksam anzusehen haben. Woraus unmittelbar folgt, daß in jeder chemischen Verbindung, sie mag wo auch immer erzeugt sein, das Gesetz des Chemismus ausgesprochen ist, welches bei verschiedenen Verbindungsstufen auch verschieden lautet. Bisher kennen wir fast nur das Binaritätsgesetz, indem aber wie oben näher auseinandergesetzt, unter den sogenannten organischen Verbindungen eine große Anzahl ternär und quaternär zusammengesetzter sich befindet, so werden sie gerade dazu beitragen, das Gesetz dieser Classen von Verbindungen zu ermitteln und mit Hülfe desselben auch die im organischen Reiche nicht vorkommenden unzerlegbaren Stoffe auf gleiche Weise zu combiniren, so daß Dumas vollkommen Recht hat wenn er sagt: „Es darf nicht überraschen, daß die organische Chemie uns neue Vorbilder darbietet; ich bin im Gegentheil erstaunt, daß sie nicht verschiedener sind, als die entsprechenden Mineraltypen, auch bin ich weit entfernt, mich darauf zu beschränken, Gesetze aus der Mineralchemie auf die organische anwenden zu wollen, vielmehr glaube ich, daß einst und vielleicht bald die organische Chemie zum Muster für die Mineralchemie wird dienen können."*) — Und in der That ist es der neueren Chemie gelungen theils offenbar unorganische zu keinem organisirten Körper in Beziehung stehende Verbindungen darzustellen, die ganz ähnliche Zusammensetzung haben wie die organischen, theils solche letzteren auch künstlich zu erzeugen. Zu ersteren gehört das zusammengesetzte Radical Kakodyl $= C^4 H^{12} As^2$; zu letzteren der Harnstoff, das Allantoin, die Ameisensäure, die Oxalsäure, das

*) Handbuch der angewandten Chemie von Dumas Bd. V. p. 80.

flüchtige Oel der Baldrianwurzel, das Oel der Blüthe der Spirea Ulmaria u. a.*) Wir sind daher zu der Ueberzeugung berechtigt, daß die Unterscheidung von unorganischer und organischer Chemie gegenwärtig allerdings noch nöthig, auf einem höheren Entwickelungsgrade der Wissenschaft sich als unstatthaft erweisen werde. —

III.
Umfang des Chemismus, Formen des chemischen Processes, einfache Körper.

Wenn wir in der unendlichen Mannigfaltigkeit chemischer Anregungen und Erfolge, nur das Allgemeinste zu erfassen suchen, um uns über den Umfang der mit Substanzveränderung verknüpften Naturthätigkeit oder des Chemismus aufzuklären und einen Anhaltspunkt zur Erforschung seiner Gesetze und des Zusammenhangs der durch ihn verursachten Erscheinungen zu gewinnen, so finden wir zunächst:

1. daß jeder Körper oder jede Form der Materie einer substanziellen Veränderung fähig ist, oder die Tendenz

---

*) Hier verdienen auch folgende Reihen den organischen ähnlich zusammengesetzter Körper Erwähnung von denen die mit einem Sternchen bezeichneten bereits dargestellt worden sind, die andern aber wie Frankland erwartet bald dargestellt werden dürften.

Methylreihe	Aethylreihe	Butirylreihe
$(C_2\ H_3)$ Zn*	$(C_4\ H_5)$ Zn.	$(C_6\ H_7)$ Zn
$(C_2\ H_3)_2$ As*	$(C_4\ H_5)_2$ As	$(C_6\ H_7)_2$ As
$(C_2\ H_3)$ X Sl.	$(C_5\ H_4)$ X Sb	$(C_6\ H_7)$ X Sb
$(C_2\ H_3)_3$ P*	$(C_4\ H_5)_3$ P	$(C_6\ H_7)_3$ P
Valylreihe	**Amylreihe**	**Phenylreihe**
$(C_9\ H_9)$ Zn	$(C_{10}\ H_{11})$ Zn	$(C_{12}\ H_5)$ Zn
$(C_8\ H_9)_2$ As	$(C_{10}\ H_{11})_2$ As	$(C_{12}\ H_5)_2$ As
$(C_8\ H_9)$ X Sb	$(C_{10}\ H_{11})$ X Sb	$(C_{12}\ H_5)$ X Sb
$(C_8\ H_9)_3$ P	$(C_{10}\ H_{11})_3$ P	$(C_{12}\ H_5)_3$ P

dazu d. h. chemische Verwandtschaften besitzt, das Reich des Chemismus also sich über alles Seiende erstreckt,
2. daß so verschiedenartig die Resultate der Substanzveränderung, diese Substanzveränderung oder der chemische Proceß selbst jedoch an zwei bestimmte, oft freilich gleichzeitig auftretende Formen gebunden ist. Es treten nämlich Substanzveränderungen nur ein, entweder indem mehrere Körper sich gegenseitig dazu anregen und unter Aufgebung ihrer Existenz einen neuen erzeugen, oder indem ein Körper durch die Umstände veranlaßt, seine Existenz aufgiebt und in mehrere neue sich verwandelt. Der erste Fall wo also mehrere Körper sich zur Substanzveränderung anregen um einen neuen zu erzeugen, ist der Fall der chemischen Verbindung — Synthesis: das Resultat nämlich der Substanzveränderung, also der neue Körper, wird als die Verbindung der sich gegenseitig zur Substanzveränderung anregenden Körper, diese selbst aber als die Bestandtheile jener bezeichnet, und es wird als Grund der gegenseitigen Anregung zur Substanzveränderung die zwischen den Bestandtheilen vorhandene chemische Verwandtschaft*) — Affinität — Vereinigungskraft — betrachtet. — Der zweite Fall dagegen, wo aus einem Körper durch Substanzveränderung mehrere hervorgehen ist der Fall der chemischen Zersetzung —

*) Althergebrachte Bezeichnungsweisen durch neue, wenn auch angemessenere zu ersetzen, ist stets ein gewagtes Unternehmen, daher in Folgendem der Ausdruck chemische Verwandtschaft, wiewohl derselbe in entschiedenem Zusammenhange steht mit der atomistischen Hypothese, nichts destoweniger beibehalten wurde, und hier nur bemerkt werden mag, daß darunter stets das Zusammenfallen, die Congruenz der Bestrebungen der sich gegenseitig zur Substanzveränderung anregenden Körper zu verstehen ist. cf. Berzelius, Theorien p. 22.

Analysis — indem derselbe als ein Zerfallen einer chemischen Verbindung in ihre Bestandtheile betrachtet werden kann.*) —

Indem nun die Bildung eines neuen Körpers aus mehreren gegebenen oder das Hervorgehen mehrerer aus einem die beiden ausschließlichen Formen des chemischen Processes sind, so sind auch Synthesis und Analysis die beiden einzigen Methoden vermittelst welcher wir die Gesetze der chemischen Erscheinungen erforschen und neue Arten der Materie hervorbringen können. Beuten wir aber diese beiden Methoden so weit wir es vermögen zum Besten der Wissenschaft aus, so finden wir sehr bald, daß beide an gewisse, von dem jedesmaligen Entwickelungsgrade dieser letzteren abhängige Grenzen gebunden sind, denn es ist uns weder möglich, jeden Körper mit jedem anderen zu verbinden, noch jeden Körper in andere zu zerlegen. — Der Körper welche sich nicht mit einander verbinden lassen giebt es unzählige, dagegen unzerlegbare nur 62 bekannt sind; nämlich:

1. Fluor (Fluorum)
2. Chlor (Chlorum)
3. Jod (Jodum)
4. Brom (Bromum)
5. Phosphor (Phosphorus)
6. Antimon (Antimonium, Stibium)
7. Arsenik (Arsenicum)
8. Kiesel (Silicium)
9. Bor (Borum)
10. Kohlenstoff (Carboneum)
11. Chrom (Chromium)
12. Vanadin (Vanadium)
13. Molybdaen (Molybdaenum)
14. Wolfram (Wolframium)

*) Die Veränderungen welche gewisse Körper wie Chromoxyd, antimonsaures Kupferoxyd u. s. w. beim Erhitzen erleiden, werden gewöhnlich als eine dritte Form des chemischen Prozesses, als Uebergang eines Körpers in eine isomere Modification betrachtet, allein beim Isomerismus wird darauf hingewiesen werden, daß diese Veränderungen nicht als chemische sondern als physicalische angesehen werden müssen.

15. Tantal (Tantalum)
16. Niobium (Niobium)
17. Pelopium (Pelopium)
18. Titan (Titanium)
19. Stickstoff (Nitrogenium)
20. Tellur (Tellurium)
21. Selen (Selenium)
22. Schwefel (Sulphur)
23. Sauerstoff (Oxygenium)
24. Eisen (Ferrum)
25. Mangan (Manganum)
26. Wasserstoff (Hydrogenium)
27. Zinn (Stannum)
28. Gold (Aurum)
29. Osmium (Osmium)
30. Iridium (Jridium)
31. Platin (Platinum)
32. Palladium (Palladium)
33. Rhodium (Rhodium)
34. Ruthenium (Ruthenium)
35. Thorium (Thorium)
36. Zirconium (Zirconium)
37. Yttrium (Yttrium)
38. Norium (Norium)
39. Erbium (Erbium)
40. Terbium (Terbium)
41. Beryllium (Beryllium)
42. Aluminium (Aluminium)
43. Silber (Argentum)
44. Quecksilber (Hydrargygrum
45. Kupfer (Cuprum)
46. Uran (Uranium)
47. Wismuth (Bismuthum)
48. Blei (Plumbum)
49. Cadmium (Cadmium)
50. Zink (Zincum)
51. Nickel (Niccolum)
52. Kobalt (Cobaltum)
53. Cer (Cerium)
54. Lanthan (Lanthanium)
55. Didym (Didymium)
56. Magnesium (Magnesium)
57. Calcium (Calcium)
58. Strontium (Strontium)
59. Baryum (Barium)
60. Lithium (Lithium)
61. Natrium (Natrium)
62.*) Kalium (Kalium)

*) Von diesen unzerlegten Körpern sind einige erst ganz neuerdings dargestellt, nämlich Niobium und Pelopium von H. Rose im Tautalit Poggend. Ann Bd. LXIII. 317. LXIX. 122, Ruthenium von Claus, Berzelius Jahresbericht XXV. 205, Norium von Svanberg, Berzelius Jahresbericht XXV. 149. Außerdem glaubte Hermann, Journal für praktische Chemie von Erdmann und Marchaud XL. 457. in dem sogenannten Yttroilmenit von Miask ein eigenthümliches Metall Ilmenium entdeckt zu haben, jedoch hat H. Rose, Pogg. Ann. LXXIV. 285, nachgewiesen, daß jenes Mineral identisch sei mit dem von ihm untersuchten Samarskit und daß die vermeintliche Ilmeniumsäure mehr oder minder verunreinigte Niobsäure sei.

Diese 62 Körper sind demnach für den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft als die Grenzpfeiler der analytischen Methode zu betrachten und sind als solche für den analytischen wie für den beschreibenden Chemiker von großer Wichtigkeit. Für jenen, indem er nun sämmtliche übrigen in der Natur vorkommenden Körper als Verbindungen einzelner unzerlegbarer betrachten kann und dadurch in Stand gesetzt wird, wie wir bald sehen werden, durch einfache Formeln, in denen gleichzeitig Quantität nnd Qualität ausgedrückt ist alle die verschiedenen, scheinbar in gar keinem Zusammenhange stehenden Verbindungen zu bezeichnen. — In dieser Bezugnahme auf die unzerlegbaren Körper bei Betrachtung chemischer Verbindungen hat auch die Unterscheidung von näheren und entfernteren Bestandtheilen — principia proxima und remota — ihren Grund, indem wo eine Verbindung in Bestandtheile zerlegt wird, die wiederum einer Zerlegung fähig sind, jene die näheren, die Producte der letzteren dagegen die entfernteren, die entferntesten jedoch stets unzerlegbare Körper sind. — Ueber die Bildung chemischer Formeln, werden wir bald ausführlicher sprechen müssen und erwähnen hier nur, daß die Verbindungen von je 2 unzerlegbaren Körpern als Verbindungen der 1. Ordnung, die Verbindungen je 2er Verbindungen der 1. Ordnung als Verbindungen der 2. Ordnung u. s. f. bezeichnet werden. —

Für den beschreibenden Chemiker sind die unzerlegbaren Körper der Stamm des Baumes, dessen in weit vorragenden Aesten sich ausbreitende Krone von der unendlichen Fülle chemischer Verbindungen gebildet wird; in ihnen giebt er dem Anfänger den Ariadenfaden, der ihn stets sicher wieder aus dem Labyrinth der chemischen Erscheinungen zum Ausgangspunkte zurückführt.

Für den theoretischen Chemiker ist die Unzerlegbarkeit

jener Körper hingegen von geringer Bedeutung denn die Geschichte der Chemie belehrt ihn, daß dieselbe in innigem Zusammenhange mit der analytischen Methode steht und kaum ein Menschenalter verflossen ist, daß Körper die man genau zu kennen meinte, und die man bis dahin für einfach gehalten, als Verbindungen erkannt wurden.*) Andrerseits wird ihm aber bei einer aufmerksamen Betrachtung der Gesammt-Natur klar, daß die Bildung derselben nicht nach Art der Darstellung eines Laboratorium-Productes aus gewissen schon vorhandenen Substanzen vor sich gegangen ist, sondern daß dieselbe ein Schöpfungs-Act, die Realisirung einer Idee war, wobei durch den das ganze Universum durchwehenden alles Sein und Wirken begründenden und constituirenden, schöpferischen Lebenshauch eine Unendlichkeit von Wesenheiten entstand, die je nach ihrer Bedeutung für das große Ganze mit den mannigfachsten Formen und Eigenschaften begabt auftraten; alle gleich einfach, gleich zusammengesetzt, gleichzeitig.**) Es ist daher durchaus nicht zu billigen, wenn von den meisten Chemikern wohl zugestanden wird, daß die gegenwärtig als unzerlegbar erscheinenden Körper einer entwickelteren Analysis unterliegen können, aber doch die Voraussetzung zu Grunde gelegt wird, daß absolut unzerlegbare Körper, die deshalb als einfache, Grundstoffe, Elemente bezeichnet werden, existiren, aus deren Verbindung alle übrigen hervorgegangen seien. Sie verlassen hiermit das Gebiet der Erfahrung und huldigen einer Hypothese, welche der wahrhaft wissenschaftlichen Ausbildung der Chemie nur hinderlich sein kann.

*) Um nur ein ganz neues Beispiel anzuführen, mag hier der schönen Entdeckung Wöhlers gedacht werden, wonach die für einfach gehaltenen Titanwürfel eine Verbindung eines dem Eisen ähnlichen Metalles mit Stickstoff sind. Pogg. Ann. Bd. LXXVIII. p. 401.

**) Berzelius Ansichten p. 8.

— Die Anhänger der Elementenhypothese hofften, daß mit den Fortschritten der Wissenschaft immer mehr Körper aus der Zahl der unzerlegbaren heraustreten und nur eine kleine Zahl wirklicher Elemente übrig bleiben würde, statt dessen aber sehen wir umgekehrt, daß mit der in neuerer Zeit so außerordentlich vervollkommten analytischen Methode sich die Zahl der unzerlegbaren Körper sehr bedeutend vermehrt hat, wovon in der That der Grund leicht einzusehen ist. Wo nämlich dieselben Verhältnisse obwalten, da wird die Natur auch stets denselben Körper erzeugen, allein die geringsten Modificationen der Bedingungen werden dem entstehenden Körper andere Eigenschaften aufdrücken. Gehen wir aber auf die ursprüngliche Bildung der Materie überhaupt zurück, so erscheint es als eine nothwendige Folge der unendlichen Mannigfaltigkeit der Naturbedingungen, daß von einer und derselben Qualität eine große Anzahl von Modificationen zum Vorschein kamen. Nehmen wir z. B. Platin als Repräsentant einer Qualität an, so werden die Naturverhältnisse nicht überall diese Qualität in gleich ausgeprägtem Grade hervorgerufen haben, sondern bei mehr oder minder tief greifenden Modalitäten jener wird auch die Qualität Platin mehr oder minder bedeutende Modificationen zeigen: die gleichzeitig mit dem Platin vorkommenden Metalle, Iridium, Osmium, Rhodium, Rukhenium, von denen namentlich die ersteren dasselbe oder nahe dasselbe Mischung-Gewicht besitzen, können unbedingt als Modificationen des Platins betrachtet werden. In ähnlicher Beziehung zu einander stehen Zirconium und Norium; Cer Didym und Lanthan; Yttrium, Terbium und Erbium, und gewiß wird eine immer feinere Unterscheidung der geringsten Differenzen im Verhalten gegen Reagentien eine immer größere Zahl solcher Gruppen zu Tage fördern, so daß

mit fortschreitender analytischer Methode voraussichtlich auch die Zahl der unzerlegbaren Körper in stetem Wachsthume begriffen ist. — Die Frage übrigens, ob es erlaubt sei ursprüngliche Stoffe, Grundstoffe oder Elemente anzunehmen, also abgesehen davon ob die gegenwärtig unzerlegbaren Körper bereits die wirklichen Elemente sind, die sämmtlichen der chemischen Betrachtung unterliegenden Körper als aus der Wechselwirkung einiger wenigen ursprünglich gegebener zu betrachten, ist eine von denen, die nicht durch chemische Beweisführung sondern nur auf dem Gebiete der Naturphilosophie gelöst werden kann, denn die Standpunkte der streitenden Parteien sind so verschiedenartig, daß eine Einigung undenkbar ist. Wer ohne vorgefaßte Meinung an die Betrachtung der chemischen Erscheinungen herantritt erblickt im chemischen Proceß nichts anderes als die substantielle Veränderung, zu welcher entweder mehrere Körper sich wechselseitig anregten oder ein Körper durch die Umstände veranlaßt wurde. Wenn Sauerstoff und Wasserstoff sich zu Wasser verbinden so sind eben jene beiden verschwunden und letzteres neu entstanden, eben so wie kein Wasser mehr existirt nachdem durch Umstände veranlaßt, sich dasselbe in Wasserstoff und Sauerstoff verwandelt hat. Legt man ihm aber die Frage vor warum das Wasser stets nur Sauerstoff und Wasserstoff erzeugt und warum die letzteren beiden nicht weiter zerlegt werden können, so genügt ihm als Antwort die Beschränktheit unserer Mittel. Bei der ursprünglichen Bildung der die Erde constituirenden Körper fanden Verhältnisse statt, die wir uns vergeblich bemühen werden in unseren Laboratorien herbeizuführen. Eben so wie in den Organismen durch einfache chemische Processe, die jedoch nach der Idee des Lebens auf die mannigfachste Weise combinirt sind, Verbindungen erzeugt werden,

die uns nie gelingen wird nachzuahmen, so geschah auch die Bildung der sogenannten unorganischen Körper nach organischem Gesetz. Die Anhänger der Elementenhypothese folgern jedoch daraus, daß das Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff zersetzt und umgekehrt diese zu jenem verbunden werden können, daß Sauerstoff und Wasserstoff bereits in jenem enthalten waren, sie überlegen hierbei freilich nicht, daß ein Schritt vorwärts und einer zurück stets den alten Standpunkt geben muß, ohne daß in diesem die Schritte vor und zurück enthalten sind. Allein die fortwährend gegen die deutsche philosophische Schule, als einer Schmiede leerer Hypothesen eifern, können sich wahrlich nicht rühmen, hier sich auf die Erfahrung zu stützen. Wenn Berzelius sagt „Bis jetzt ist es noch niemals geglückt, einen Grundstoff aus anderen hervorzubringen, worin er nicht schon vorher enthalten war, oder einen Grundstoff zu zerstören, so daß er aufgehört hätte zu sein was er war"*) so klingt dies zwar überzeugend, ist streng genommen aber nichts, als wiederum die alte Hypothese, denn womit ist bewiesen, daß Wasserstoff und Sauerstoff im Wasser enthalten waren? Berzelius nimmt es an, und nimmt es bei jeder Zersetzung an und daraus folgt das übrige von selbst. — Daß die Elementar-Hypothese überdies zur rohsten und unvollkommensten Erklärungsweise von der Entstehung des Erdkörpers führt, möchte nur von wenigen genugsam beachtet worden sein. —

Was nun die chemische Verbindung anbetrifft, so sind ihre jedesmaligen Grenzen bei weitem nicht mit der Bestimmtheit anzugeben als bei der Analysis, da man bei der

---

*) Berzelius Lehrbuch der Chemie 5. Auflage Bd. 1. p. 8.

großen Zahl*) möglicher Verbindungen überhaupt, da wo zwischen zwei Körpern eine Verbindung noch nicht hergestellt ist, nicht sofort berechtigt ist an der Möglichkeit der Darstellung dieser Verbindung zu zweifeln. Nur so viel steht fest, daß der chemische Charakter der aufeinanderwirkenden Körper von größtem Einfluß ist, ob dieselben gar nicht, oder schwer oder leicht zur chemischen Verbindung veranlaßt werden können, so wie daß je höher die Ordnung der Verbindung welcher ein Körper angehört, desto geringer das Streben desselben ist fernere Verbindungen einzugehen.

Synthesis und Analysis treten jedoch sehr häufig, ja in den meisten Fällen gleichzeitig auf und geben dadurch Veranlassung zu complicirteren Formen des chemischen Processes, welche sich unter folgende Kategorien bringen lassen:

1. In Gegenwart von C wird der Körper AB zersetzt, es bildet sich AC und B; dies ist der Fall der einfachen Wahlverwandtschaft — attractio electiva simplex — (Proceß der Substitution und Reduction). Schwefelsäure und kohlensaures Calciumoxyd geben schwefelsaures Calciumoxyd und Kohlensäure. — Glühendes Zink und kohlensaures Gas geben Zinkoxyd und Kohlenoxydgas. — Zink und wässrige schweflige Säure geben Zinkoxyd und unterschweflige Säure, welche ihrerseits in Verbindung treten. — Schwefelsäure und Mangansuperoxyd geben schwefelsaures Manganoxydul und Sauerstoffgas.

*) Schrötter berechnet unter der Annahme von 58 Grundstoffen die Zahl aller möglichen Verbindungen auf 1,368759, wobei er noch die Verbindungen, welche mehr als 4 Elemente enthalten gänzlich vernachläßigt und annimmt, daß bei den binären nur zwei, bei den ternären und quaternären aber nur drei Verbindungsstufen stattfinden, was gewiß zu gering ist. Schrötter, die Chemie nach ihrem gegenwärtigen Zustande. Wien 1847.

2. Aus AB und C entstehen die Verbindungen AC und BC.
Schwefelkohlenstoff in Sauerstoff verbrannt, giebt schweflige Säure und Kohlensäure. — Schwefelkupfer mit Sauerstoff erhitzt giebt Schwefelsäure und Kupferoxyd, die sich zu schwefelsaurem Kupferoxyd verbinden.
3. Zwei Körper AB und CD wirken aufeinander, beide erleiden eine Zersetzung indem sich zugleich AC u. BD bilden. Es ist dies der Fall der doppelten Wahlverwandtschaft — attractio electiva duplex. —
Schwefelwasserstoff giebt mit Bleioxyd Schwefelblei und Wasser. Salpetersaures Baryumoxyd und schwefelsaures Natriumoxyd erzeugen schwefelsaures Baryumoxyd und salpetersaures Natriumoxyd. — Kohlensaures Natriumoxyd und schwefelsaures Bleioxyd geben kohlensaures Bleioxyd und schwefelsaures Natriumoxyd.
4. Beim Zusammentreffen von AB und CD bildet sich nur AC und B und D werden frei.
Kohlensaures Kaliumoxyd auf schwefelsaures Aluminiumoxyd einwirkend giebt entweichende Kohlensäure, sich abscheidendes Aluminiumoxyd und in Auflösung schwefelsaures Kaliumoxyd. — Schweflige Säure zersetzt sich mit Schwefelwasserstoff in Wasser und Schwefel. —
5. Auf den Körper AB wirken C und D und es bilden sich AC und BD.
Kieselsäure mit Kohle gemengt, zerfällt in der Glühhitze beim Einwirken von Chlorgas in Chlorsilicium und Kohlenoxyd. —
6. Einer Verbindung von AB mit AD entzieht E alles A und scheidet B und D entweder jedes für sich ab, oder verbunden.

Kalihydrat wird in der Weißglühhitze durch Eisen in oxydirtes Eisen, Wasserstoffgas und Kalium verwandelt. —

Wasserstoffgas über glühendes schwefelsaures Kali geleitet, erzeugt Wasser und Schwefelkalium. —

7. Eine Verbindung ABC zersetzt sich mit einer Verbindung DEF in die 3 Verbindungen AD, BE, CF. — Dieser Fall ist attractio electiva multiplex genannt worden. —

Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak giebt mit salpetersaurem Bleioxyd, Schwefelblei, Wasser und salpetersaures Ammoniak. —

Dies sind die wichtigsten Formen des chemischen Processes, mit deren Erwähnung wir uns hier begnügen, da die Gesetze und Bedingungen unter denen sie auftreten, wie wir später sehen werden, mit dem Wesen des Chemismus im Allgemeinen, im innigsten Zusammenhange stehen*). —

IV.

Eintheilung sämmtlicher Körper überhaupt und Eintheilung der unzerlegten insbesondere (Qualitäts-Beziehungen).

Es genügt ein sehr oberflächliches Studium der im Vorigen angeführten Formen des chemischen Processes um die Gewißheit zu erhalten, daß auch innerhalb der Grenzen chemischer Analysis und Synthesis die Qualität der aufeinander wirkenden Körper einen wesentlichen Einfluß

*) Eine sehr vollständige Uebersicht über die verschiedenen Formen des chemischen Processes giebt L. Gmelin in seinem Handbuch der Chemie. Heidelberg 1843. Bd. 1.

auf die Leichtigkeit, mit welcher der chemische Proceß auftritt und auf das Resultat desselben ausübt. Unter Qualität verstehen wir aber hier nur das rein chemische Verhalten, die Stärke und Richtung der Tendenz eines Körpers nach substantieller Veränderung, nicht seine übrigen physicalischen Eigenschaften, über deren Einfluß auf den chemischen Proceß wir später ausführlich sprechen werden. Vergleichen wir nun die verschiedenen Körper bezüglich ihres rein chemischen Verhaltens mit einander, so fällt uns zunächst auf, daß während alle gewisser substantieller Veränderungen fähig sind, die Tendenz hierzu bei den verschiedenen Körpern in sehr verschiedenen Graden auftritt, sowie auch, daß die Producte der substantiellen Veränderung in bestimmt gesonderte Gruppen zerfallen. Wir finden nämlich eine große Anzahl von Körpern, die im Allgemeinen starke Neigung zu substantiellen Veränderungen zeigen (mit starken Affinitäten begabt sind), diese aber nicht gegen alle Körper derselben Gruppe mit gleicher Stärke äußern, sondern unter sich in einen Gegensatz zerfallen, so daß die chemischen Wirkungen der einen durch die der andern, mehr oder weniger vollkommen aufgehoben werden. Und es sind nun diese entgegengesetzten Körper, welche vorzugsweise starke Verwandtschaft zu einander besitzen, sich gegenseitig leicht zu substantiellen Veränderungen anregen. — Die Producte dieser gleichzeitigen substantiellen Veränderungen, die Verbindungen zweier entgegengesetzten Körper, bilden eine zweite bestimmt hervortretende Gruppe, in deren Individuen jener Gegensatz aufgehoben, das Streben nach fernerer substantieller Veränderung gering, der Chemismus also mehr oder weniger vollkommen zur Ruhe gelangt ist. — Endlich müssen wir außer diesen beiden noch eine dritte Gruppe unterscheiden, deren zahlreiche Glieder dadurch charakterisirt

sind, daß bei dem Mangel eines entschieden hervortretenden Gegensatzes, auch keine entschiedene Neigung zur Aufhebung desselben vorhanden ist, sondern sie verbinden sich untereinander ohne bestimmte Auswahl und durch die Verbindung zweier solcher Körper gelangt der Chemismus keineswegs zur Ruhe, sondern es wird dadurch erst jener Gegensatz hervorgerufen; jedoch auch nicht immer, sondern oft entstehen dadurch Körper, die sich chemisch denjenigen ähnlich verhalten, aus deren Verbindung sie hervorgegangen. Die Glieder dieser Gruppe besitzen mithin keine mit Bestimmtheit ausgesprochenen Tendenzen.

Bestimmen wir nun diese drei, in weiten Umrissen bezeichneten Gruppen näher als chemische Classen, so erhalten wir in aufsteigender Ordnung:

1. Körper mit mehr oder weniger starkem Streben nach substantieller Veränderung (stärkerer oder schwächerer chemischen Verwandtschaft), aber ohne bestimmtes Ziel, indifferente Körper, absoluter Chemismus.
2. In deutlichem Gegensatze befindliche Körper, mit hervorstechendem Streben nach Aufhebung dieses Gegensatzes, Säuren und Basen, in den Gegensatz zerfallner Chemismus;
3. Neutrale Körper, Körper, in denen das Streben nach weiterer substantieller Veränderung mehr oder weniger vollkommen zur Ruhe gelangt ist, Salze, realisirter Begriff des Chemismus.

Ein vollständig ausgeführtes System der Chemie wird nun nach Namhaftmachung der den verschiedenen Classen angehörenden Körper nachzuweisen haben, unter welchen Bedingungen die Körper der einen in solche der anderen übergehen. Bei dieser Untersuchung erkennen wir sehr bald als erstes Gesetz, daß die Synthesis, die chemische Verbin-

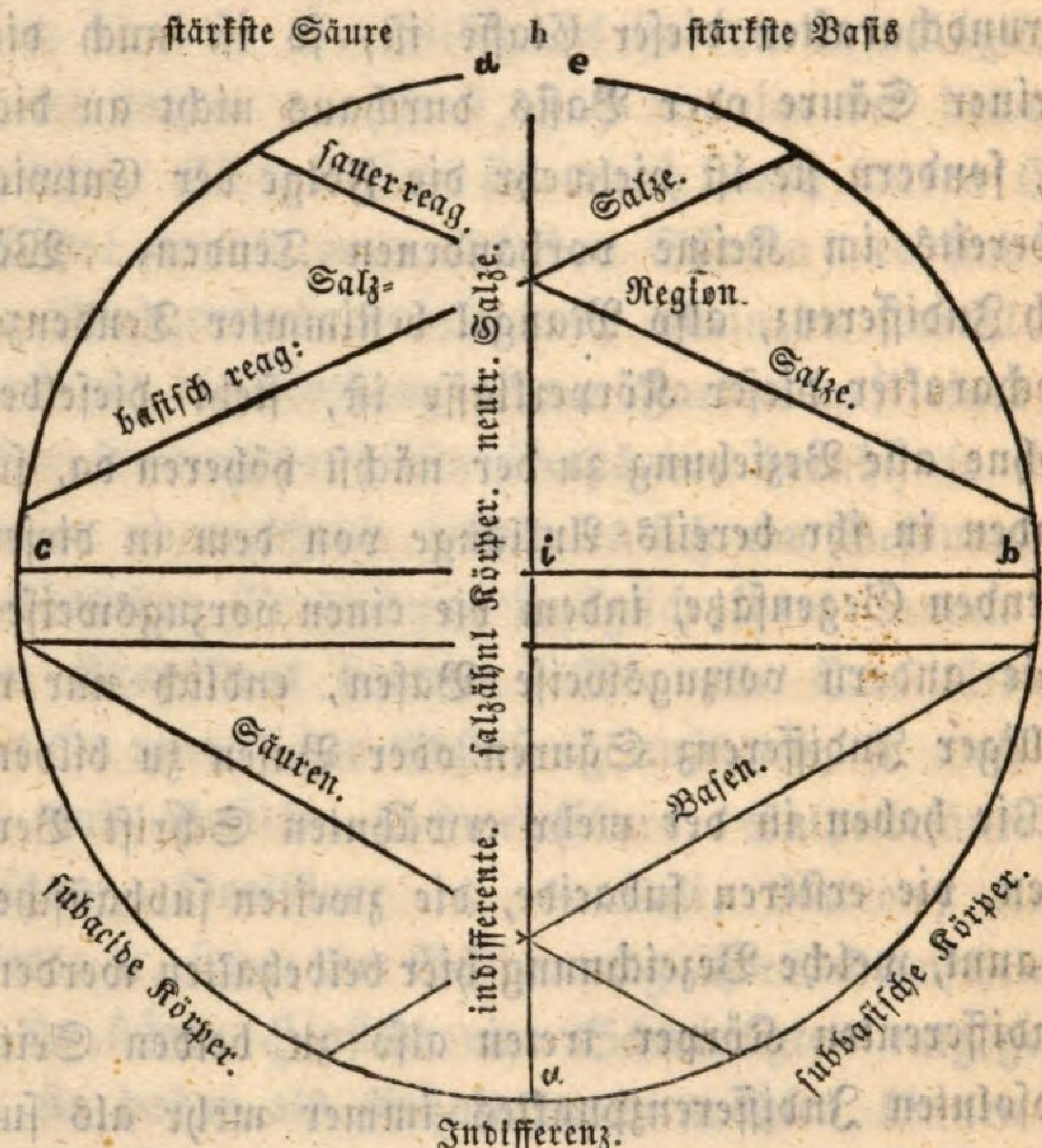
dung, wie der Fall genannt wird wo zwei oder mehr Körper durch gleichzeitige substantielle Veränderung einen neuen Körper erzeugen, die Bildungsweise der Salze, die Analysis, chemische Zersetzung, der Fall wo durch die substantielle Veränderung eines Körpers mehrere erzeugt werden, die Bildungsweise der indifferenten Körper sei. Nur durch die chemische Verbindung zweier Körper der 1. Classe entstehen solche der zweiten, nur durch chemische Verbindung zweier Körper der 2. Classe entstehen solche der dritten, und umgekehrt nur durch chemische Zersetzung eines Körpers der 3. Classe können daraus Körper der zweiten, nur durch chemische Zersetzung eines Körpers der 2. Classe können daraus Körper der ersten Classe gebildet werden. Bei der synthetischen Bildung jedoch der Salze aus den Körpern der unteren Classen, sind Quantität und Qualität von wesentlichem Einfluße; wir werden beide noch einer specielleren Betrachtung unterwerfen und halten hier nur behufs fernerer Eintheilung der Körper die allgemeinsten Erscheinungen fest. Die Körper der zweiten Klasse zerfallen, wie schon erwähnt in einen entschiedenen chemischen Gegensatz, so daß die Wirkungen der einen durch die der anderen mehr oder weniger vollkommen aufgehoben werden. Während die einen blaue Pflanzenfarben röthen stellen die andern die geröthete blaue Farbe wieder her, und während die letzteren die gelbe Pflanzenfarbe bräunen, wird diese Wirkung von den ersteren wieder aufgehoben; ist durch jene ein Niederschlag entstanden so wird derselbe durch diese gewöhnlich wiederum gelöst, kurz in allen chemischen Effecten sind die einen den andern gerade entgegengesetzt. Wir bezeichnen diesen Gegensatz eben durch Acidität und Basität, die Körper der 2. Classe zerfallen in Säuren und Basen. Es ist gleichgültig welche Gattung von Körpern man als

Säure oder Base bezeichnet, allein hat man einmal eine Wahl getroffen, so ist es wie überall nöthig, derselben auch treu zu bleiben. Der Geschmack hat die ursprüngliche Wahl bestimmt, indem man fand, daß die eine der beiden entgegengesetzten Körperreihen sich durch einen sauren Geschmack auszeichne nannte man dieselben Säuren; es sind dieß die blaue Pflanzenfarben röthenden, allein da sowohl der Geschmack als die Röthung blauer Farben auf einer Löslichkeit derselben unter diesen Umständen beruht, so sind beide Kriterien unzureichend, sobald es sich um Bestimmung einer unauflöslichen Verbindung bezüglich ihres sauren oder basischen Charakters handelt. Wie alle Qualitäten in der Natur in unendlicher Abstufung auftreten, so auch die Acidität und Basität: Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Oxalsäure ꝛc. — Kali, Natron, Ammoniak, Kalkerde ꝛc. setzen der Bestimmung ihres chemischen Charakters in keiner Hinsicht eine Schwierigkeit entgegen, man wird sie daher als Anhaltspunkte wählen können wo der chemische Charakter weniger deutlich ausgesprochen ist, indem man untersucht ob der fragliche Körper in einer neutralen Verbindung die anerkannte Säure oder Basis vertreten könne ohne die Neutralität zu vernichten. So wird man mithin nach erfaßtem Gegensatze die Säuren daran erkennen, daß sie im Allgemeinen einen sauren Geschmack besitzen, blaue Pflanzenfarben röthen und in der neutralen Verbindung die anerkannte Säure vertreten ohne die Neutralität aufzuheben, dagegen die Basen, daß sie einen laugenhaften Geschmack haben, gelbe Pflanzenfarben bräunen und in der neutralen Verbindung die anerkannte Basis zu vertreten im Stande sind. —

So wie das Salz aus der chemischen Verbindung einer Säure und Basis entsteht, so werden Säure

oder Basis durch chemische Verbindung zweier indifferenten Körper erzeugt, allein wie Gegensätzlichkeit überhaupt nicht der Grundcharakter dieser Classe ist, so ist auch die Bildung einer Säure oder Basis durchaus nicht an diese geknüpft, sondern sie ist vielmehr die Folge der Entwickelung einer bereits im Keime vorhandenen Tendenz. Während nämlich Indifferenz, also Mangel bestimmter Tendenzen der Grundcharakter dieser Körperklasse ist, steht dieselbe doch nicht ohne alle Beziehung zu der nächst höheren da, sondern wir finden in ihr bereits Anklänge von dem in dieser hervortretenden Gegensatze, indem die einen vorzugsweise Säuren, die andern vorzugsweise Basen, endlich nur wenige mit völliger Indifferenz Säuren oder Basen zu bilden streben. Wir haben in der mehr erwähnten Schrift Berzelius Ansichten, die ersteren subacide, die zweiten subbasische Körper genannt, welche Bezeichnung hier beibehalten werden mag. Die indifferenten Körper treten also zu beiden Seiten eines absoluten Indifferenzpunktes immer mehr als subacide und subbasische Körper auseinander und es ist klar, daß die Tendenz zur Säurenbildung eines subaciden Körpers nicht wird realisirt werden können, wenn derselbe mit einem subbasischen Körper in Wechselwirkung tritt, sondern indem diese beiden Körper den zwischen Säuren und Basen vorhandenen Gegensatz fortsetzen, bildet das Product ihrer gleichzeitigen substantiellen Veränderung auch die Fortsetzung der Produkte aus der Verbindung jener, d. h. es nähert sich den Salzen. Nur wo daher ein subacider oder subbasischer Körper mit einem vollkommen indifferenten in Conflict geräth wird die vorherrschende Tendenz realisirt werden können und eine Säure oder eine Basis entstehen. Es kann der Zusammenhang zwischen den 3 Körperklassen

und die Bildung der einen aus den anderen am besten durch beifolgende Figur klar gemacht werden.



Auf der Kreislinie d c a b e denken wir uns zu beiden Seiten des Indifferenzpunktes a die indifferenten Körper so geordnet, daß von a nach b hin das Streben Basen zu bilden, von a nach c hin das Streben Säuren zu bilden in stetem Zunehmen sei, so daß also bei a der vollkommen indifferente, bei b der subbasischste, bei c der subacideste Körper stehe. An die beiden letzteren schließen sich in b die schwächste Basis, in c die schwächste Säure an, worauf wieder von b und c aus Basität und Acidität stets zunehmen, so daß wir in e die stärkste Basis; in d die stärkste Säure finden. Es wird alsdann aus der Wechselwirkung einer jeden Säure und einer jeden Basis ein Salz entstehen und wir können mithin die obere Halbkreisfläche als die Salzregion bezeichnen: allein mit der Salzbildung ist

nicht zugleich die vollkommene Neutralität gegeben, sondern ist die Säure verhältnißmäßig stärker als die Basis, so wird ein sauerreagirendes Salz entstehen, so wie umgekehrt ein basischreagirendes und nur wenn Säure und Basis gleich stark sind, d. h. wenn beide in dem Systeme gleich weit von dem Durchmesser bc abstehen, wird Neutralität das Resultat der Aufeinanderwirkung sein. Betrachten wir aber die Producte der Wechselwirkung von indifferenten Körpern, so läßt sich voraussehen, daß durch Aufhebung des schon deutlich hervortretenden Gegensatzes zwischen den subbasischen und subaciden Körpern, salzähnliche Verbindungen (Haloid-Salze) entstehen werden, allein mit je weniger bestimmten Tendenzen begabt die gleichweit von a entfernten Körper werden, desto mehr wird die Neutralität der Verbindungen in Indifferenz übergehen, so daß, wenn wir alle aus chemisch gleichmächtigen Körpern der einen und der andern Seite hervorgegangenen Verbindungen uns auf dem Durchmesser ah aufgestellt denken, wir hier den Uebergang von vollkommener Indifferenz zu vollkommener Neutralität haben. Verbinden sich dagegen ungleich mächtige indifferente Körper mit einander, so wird der mächtigere den Character der Verbindung bestimmen und entweder eine Säure oder Basis entstehen. —

Die Figur bereits praktisch auszuführen, ist zur Zeit unmöglich und hängt von der Lösung noch vieler schwierigen Fragen bezüglich der Quantitäts- und Qualitätsbestimmungen des den Körpern ursprünglich innewohnenden Strebens nach substantieller Veränderung ab, indeß wird Jeder zugeben, daß Sauerstoff, Schwefel, Tellur und Selen, als bald Säuren bald Basen bildend, in der Nähe des Indifferenzpunktes und zwar auf der Seite der subaciden Körper stehen, da sie bei überwiegender Menge den subbasischen Kör-

per zur Säurenbildung anregen. Fluor, Chlor, Jod, Brom werden die Grenze der subaciden bei c, Kalium, Natrium, Lithium, Ammonium, die Grenze der subbasischen bei b, Schwefelsäure, Salpetersäure die Grenze der Säuren bei d, Kali, Natron die der Basen bei e bilden.*) —

Indifferenz und Neutralität sind mithin die beiden Grenzen, zwischen denen sich der Chemismus bewegt, und wir können in ihm nicht eine einseitige Tendenz, nicht das ausschließliche Streben nach der einen oder der andern dieser beiden Grenzen annehmen, da in diesem Falle dieses Streben bald realisirt werden und chemischer Tod eintreten würde, sondern die Tendenz nach Substanzveränderung erscheint in der Form der Polarität, gleichzeitig als Tendenz nach Neutralität und Tendenz nach Indifferenz. Während hier durch Synthesis indifferente Körper der Neutralität zugeführt werden, wird dort das Salz durch Analysis in indifferente Körper verwandelt. Aus dem gleichzeitigen Auftreten dieser beiden Tendenzen erklären sich alle Erscheinungen, die das Aufeinanderwirken zweier verschiedenen Klassen angehörender,

*) Insofern das Salz nur durch Aufhebung des Gegensatzes zwischen Säuren und Basen gebildet werden kann, bedarf es keiner weitern Erklärung, warum die Säuren sich weniger untereinander als mit Basen, und ebenso die letzteren sich weniger untereinander als mit Säuren zu verbinden streben, welche Erscheinung Berzelius ein Räthsel nennt, dessen Lösung nur durch die Electricität möglich wird. Ebenso können zwei sehr weit vom Indifferenzpunkte auf gleicher Seite stehende indifferente Körper keine Neigung haben sich mit einander zu verbinden: Kalium sucht Kali, Natrium Natron zu bilden, d. h. beide eine Basis von bestimmter Stärke, daher sie gegenseitig sich in ihren Bestrebungen nicht nur nicht unterstützen, sondern einander vielmehr feindlich entgegentreten und zu einer chemischen Verbindung nicht geneigt sein können; wohingegen die Verbindung mit einem vollkommen indifferenten oder seinen Tendenzen nach entgegengesetztem Körper leicht erfolgt. —

oder die Eigenschaften derselben Klasse nicht in gleichem Grade ausgeprägt besitzender Körper begleiten. —

Handelt es sich demnach um eine rein chemische Eintheilung der verschiedenen Körper, so müssen stets die oben angeführten drei Klassen, als von der Natur gegebene Begriffe zu Grunde gelegt und die zahlreichen, einer jeden Klasse angehörenden Substanzen, nur je nachdem der Charakter der Klasse mehr oder weniger ausgeprägt ist, in einzelne Gruppen oder Unterabtheilungen zusammengestellt werden. In Betreff nun der sogenannten einfachen Körper, so gehören dieselben sämmtlich der Klasse der indifferenten an und sind sie in obiger Zusammenstellung bereits so geordnet, daß sie mit dem subacidesten beginnt und mit dem subbasischsten endet. Will man aber weitere Unterabtheilungen machen so würden wir, eine spätere vielfältige Abänderung durchaus nicht als unmöglich behaupten wollend, folgende aufstellen:

1) Fluor, Chlor, Jod, Brom.
2) Phosphor, Antimon, Arsenik.
3) Kiesel, Bor, Kohlenstoff.
4) Chrom, Vanadin, Molybdän, Wolfram.
5) Tantal, Titan(?)*), Niobium, Pelopium.
6) Stickstoff.
7) Tellur, Selen, Schwefel, Sauerstoff.
8) Eisen, Mangan.
9) Wasserstoff.
10) Zinn, Gold, Osnium, Iridium, Platin, Rhodium, Ruthenium.
11) Thorium, Zirkonium, Yttrium, Beryllium, Aluminium, Norium, Erbium, Terbium.

*) Das eigentliche Titanmetall dürfte nach der Wöhler'schen Entdeckung vielmehr neben das Eisen zu stellen sein.

12) Silber, Quecksilber, Kupfer, Uran.
13) Wismuth, Blei.
14) Cadmium, Zink.
15) Nickel, Kobalt.
16) Cer, Lanthan, Didym.
17) Magnesium, Calcium, Strontium, Barium.
18) Lithium, Natrium, Kalium.

Bei dem gegenwärtigen Zustande der chemischen Wissenschaft, da man noch wenig bemüht gewesen ist, den chemischen Character der einzelnen Körper festzustellen, ist es schwer, das hier angedeutete Princip auf alle indifferenten Körper, sowohl unorganischen als organischen Ursprungs auszudehnen, allein unbedingt muß all' unser Streben auf eine solche Ausdehnung gerichtet sein, wodurch natürlich eine bei weitem größere Zahl von Gruppen mit bei weitem mehr einzelnen Gliedern sich ergeben wird. Es ist dieß aber der einzig richtige Eintheilungsgrund, denn es darf der Chemiker jeden Körper nur als einen sich substantiell verändernden betrachten und auf die Erscheinungen, welche diese Substanzveränderungen begleiten, müssen sich die von ihm aufgestellten Eintheilungen basiren. —

Die bisher von den meisten Chemikern angenommenen Eintheilungen stützen sich jedoch theils gar nicht auf jenes Princip, theils ist dasselbe nicht mit der gehörigen Consequenz durchgeführt. — So brauchen wir kaum darauf aufmerksam zu machen, daß die Eintheilung der unzerlegbaren Körper in Metalle und Nichtmetalle oder Metalloide, durchaus keine chemische, sondern eine rein physicalische ist; indem spec. Gewicht, Undurchsichtigkeit, Schmelzbarkeit, eigenthümlicher Glanz, Leitungsfähigkeit für Wärme und Electricität, alles Eigenschaften sind, die mit der Aggregationsform, also der physicalischen Beschaffenheit des Körpers in innigstem

Zusammenhange stehen, allein weder als Folge noch als Ursache des chemischen Verhaltens eines Körpers betrachtet werden können. Der Begriff Metall hat sich im gewöhnlichen Leben gebildet und wird wohl nie wieder aus demselben verschwinden, daher wir es auch gern dem beschreibenden Chemiker gestatten wollen, daß er auf den bekannten Begriff fußend sich die Characteristik der einzelnen Körper erleichtere, allein auf keinen Fall darf man der Metallität eine tiefere chemische Bedeutung beilegen, wie dies die meisten Chemiker und unter ihnen vorzugsweise Berzelius thun. Denn wiewohl Berzelius von allen den im Allgemeinen angenommenen Kennzeichen der Metalle nachweist, wie dieselben durchaus nicht absolut sind, sondern theils so unmerkliche Uebergänge von den nicht metallischen zu den metallischen bilden, daß man die Grenze nicht zu ziehen weiß, theils auch bei einzelnen Metalloiden vorkommen (der Kupferglanz des Indigo), versucht er es dennoch, die Metalle auch als chemische Klasse zu characterisiren. Die gemeinschaftlichen chemischen Eigenschaften sind nämlich, daß sie sich verbinden können: 1) mit Sauerstoff, 2) mit den brennbaren, nicht metallischen Körpern, 3) mit einander und 4) endlich, daß sie sich mit oxydirten Körpern nicht vereinigen können, ohne vorher selbst mit Sauerstoff verbunden zu sein. — Daß mutatis mutandis diese 4 Eigenschaften allen unzerlegbaren Körpern zukommen, braucht nicht erst bewiesen zu werden, und es ist demnach mit einer solchen Eintheilung nichts gewonnen. — Ueberdieß darf nicht unerwähnt gelassen werden, daß die Bezeichnung Nichtmetalle (Ametalle) für diejenigen Körper, welche nicht zu den Metallen gerechnet werden können, eine durchaus unwissenschaftliche ist, da eine Negation nimmermehr als eine Characteristik gelten kann. — In Betreff des Ausdruckes Metalloid (μέταλλον Metall, εἶδος

Form, Aehnlichkeit) so dürfte derselbe noch verwerflicher sein als Ametall, da er etwas ausdrückt, was man auszudrücken nicht beabsichtigt. —

Die gänzliche Werthlosigkeit dieser Eintheilung in Metalle und Nichtmetalle für die Chemie als Wissenschaft, haben auch schon mehrere Schriftsteller erkannt und durch eine sorgfältigere Zusammenstellung der in ihrem rein chemischen Verhalten einander ähnlichen Körper Abhülfe des Mangels zu schaffen gesucht.

So hat Desprez in seinen Eléments de chimie théorique et pratique, 2. vol. Paris 1829. die einfachen Körper nach, wie er meint, natürlichen Familien, zu ordnen versucht und folgende 14 erhalten:

1. Fam.: Chloroide, Chlor, Brom, Fluor, Jod; saure Verbindungen mit Wasserstoff und mit Sauerstoff, mit letzterem nicht direkt zu verbinden;
2. Fam.: Sulphuroide, Schwefel, Selen, Tellur: weniger starke Säuren mit Wasserstoff als die vorhergehenden, Säuren mit Sauerstoff und mit diesem direkt verbindbar.
3. Fam.: Carbonoide, Kohlenstoff, Bor, Silicium, mit Wasserstoff neutrale Verbindungen, mit Sauerstoff Säuren, durch direkte Vereinigung darstellbar.
4. Fam.: Azotoide, Stickstoff, Phosphor, Arsenik, mit Wasserstoff alkalische Verbindungen, mit Sauerstoff Säuren.

   Die Körper dieser Familie haben, was die Stärke ihrer Säuren anbetrifft, Aehnlichkeit mit denen der vorhergehenden Familien und nähern sich durch ihre physikalischen Eigenschaften denen der folgenden, d. h. den Metallen.
5. Fam.: Chromoide, Chrom, Wolfram, Molybdän, Tantal, (Titan), Vanadin, mit Sauerstoff Säuren, welche die

Basen neutralisiren und beständige krystallisirende Salze bilden, mit Wasserstoff schwer vereinbar, schwach basische Eigenschaften in den nicht sauren Verbindungen mit Sauerstoff.

6. Fam.: Stannoide, Zinn, Antimon, Osmium, leicht oxydirbar durch Erwärmen an der Luft, die Oxyde keine hervorstechenden sauren oder basischen Eigenschaften, reducirbar durch Kohle bei Rothgluth, mit Chlor beständige Verbindungen.

7. Fam.: Auroide, Gold, Iridium, die Oxyde kaum bemerkbar saure oder basische Eigenschaften, Oxyde und Chloride durch Wärme allein zersetzbar, als Metall nicht von Säuren angegriffen und mit diesen keine binären Salze erzeugend, dagegen angegriffen und aufgelöst durch Chlor, die Chloride beständig und mit alkalischen Metallen in Verbindung krystallisirbar.

8. Fam.: Platinoide, Platin, Rhodium, die Oxyde durch Wärme reducirbar, und von schwach hervortretenden alkalischen Eigenschaften, mit Säuren verbindbar, aber keine krystallisirenden Salze gebend, die Doppelchlorüre mit alkalischen Metallen krystallisirbar.

9. Fam.: Argyroide, Silber, Quecksilber, Palladium, die Metalle durch Salpetersäure löslich, beständige und wohl krystallisirte Salze, mit Sauerstoff in Berührung unmittelbare Verbindung, die Oxyde in Glasröhren bei mäßig hoher Temperatur reducirt, die Auflösung durch Schwefelwasserstoff niedergeschlagen.

10. Fam.: Cuproide, Kupfer, Blei, Cadmium, Wismuth, als Metalle schon in Berührung mit atmosphärischer Luft oxydirbar, die Oxyde nicht durch Wärme allein, wohl aber durch Kohlenstoff oder Wasserstoff leicht zu reduciren, als Metall mit verdünnter Schwefelsäure

übergossen, keine Entwickelung von Wasserstoff bei gewöhnlicher Temperatur, beständige und krystallisirbare Salze, die Auflösungen durch Schwefelwasserstoff gefällt, die Metalle durch Zink aus ihren Auflösungen niedergeschlagen.

11. Fam.: Ferroide, Eisen, Cobalt, Nickel, Zink, Mangan, Uran, Cer, Lanthan, als Metall mit Sauerstoff in Berührung oxydirt, die Oxyde durch Wärme allein nicht, durch Kohlen- und Wasserstoff schwieriger reducirbar, als die vorhergehenden, Wasserzersetzung durch die Metalle allein bei Rothgluth, durch die Metalle und Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur, krystallisirende Salze, deren saure Auflösungen durch Schwefelwasserstoff nicht verändert werden, die Metalle durch Zink aus ihren Auflösungen nicht fällbar, theils magnetisch, theils nicht.

12. Fam.: Aluminoide, Aluminium, Beryllium, Yttrium, Zirconium, Thorium, unlösliche Oxyde, unreducirbar durch Kohlen- und Wasserstoff, Oxyde und Chlorüre reducirt durch die Potassoide und die galvanische Säule, die löslichen Salze der Oxyde reagiren sauer, sie werden durch Kalk, durch die Baroide, Potassoide und Ammoniak gefällt, außer von Aluminium absorbiren die Oxyde Kohlensäure aus der Luft.

13. Fam.: Baroide, Barium, Strontium, Calcium, Magnesium, die Oxyde stellen augenblicklich die durch Säure gerötheten blauen Farben wieder her und färben den Veilchensyrup grün, sie werden durch Kohle nicht reducirt; beständige krystallisirbare Salze, die neutralen kohlensauren unauflöslich, die schwefelsauren bei Rothgluth unveränderlich.

14. Fam.: Potassoide, Kalium, Natrium, Lithium. Die

Metalle zersetzen bei gewöhnlicher Temperatur das Wasser unter Entwickelung von Wasserstoff, beständige Oxyde, die Säuren vollständig neutralisirend und alle früheren fällend, der Sauerstoff der Oxyde durch Chlor und Jod ausgetrieben; Salze gewöhnlich krystallisirend und auflöslich.

Diese Classification hat noch manche Mängel, von denen nur folgende hervorgehoben werden mögen,

1. sind der Sauerstoff und Wasserstoff aus der Gruppirung ausgeschlossen und für sich betrachtet, um das Verhalten der übrigen Körper gegen diese beiden als Eintheilungsgrund benutzen zu können, hierdurch hört die Eintheilung auf eine natürliche zu sein;
2. sind Körper getrennt, die offenbar zusammen gehören, wie Zink und Cadmium; Gold, Platin und Osmium; andere hingegen zusammengestellt, die getrennt werden müssen, wie Uran mit Cer, Zink mit Cobalt und Nickel;
3. neben der natürlichen Eintheilung hält Despretz noch die Eintheilung in Metalle und Nichtmetalle fest, indem er die Körper von der 6. Gruppe an als Metalle bezeichnet, von denen er mithin anderer Seits, ohne einen Grund anzugeben, das Tellur, Arsenik, Chrom, Wolfram, Molybdän, Tantal, Titan trennt, so daß also kein Eintheilungsgrund consequent durchgeführt ist. —

Eine sorgfältiger durchdachte Classifikation giebt Hoefer in seinen Elémens de chimie minéral, Paris 1841, worin die einfachen Körper nach folgenden, zum Theil den unsrigen sich nähernden Familien geordnet sind:

1. Oxaceen, Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur.
2. Chloraceen, Chlor, Brom, Jod, Fluor.
3. Carbaceen, Kohlenstoff, Bor, Silicium, Titan, Tantal, Stickstoff, Wasserstoff.

4. Phosphaceen, Phosphor, Arsenik, Antimon.
5. Kaliaceen, Kalium, Natrium, Lithium.
6. Baryaceen, Barium, Strontium, Calcium, Magnesium, Blei.
7. Aluminiaceen, Aluminium, Beryllium, Thorium, Zirconium, Cer, Lanthan.
8. Ferraceen, Eisen, Mangan, Chrom, Cobalt, Nickel, Zink, Cadmium, Kupfer.
9. Hydrargyraceen, Quecksilber, Wismuth.
10. Stannaceen, Zinn, Molybdän, Wolfram, Uran, Vanadin.
11. Auraceen, Gold, Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium.

Bei der Aufstellung dieser Familien hat sich Hoefer besonders durch den Isomorphismus leiten lassen, welcher jedoch, wie wir später zeigen werden, kein so sicheres Criterium abgiebt, als manche Schriftsteller zu glauben geneigt sind. Man vermißt ferner bei diesen Familien ein gemeinschaftliches Band, sie stehen sämmlich isolirt da und ohne Beziehung zu einander, was eben darin wieder seinen Grund hat, daß der Verfasser die Körper nur einzeln und nicht in ihrer Beziehung zum ganzen Systeme betrachtet hat.—

Durch die Eintheilung der einfachen Körper in Metalle und Nichtmetalle hat man 2 Gruppen erhalten, in denen Körper mit sehr verschiedenen chemischen Eigenschaften zusammengestellt sind, daher man sich auch genöthigt gesehen hat, zu ferneren Unterabtheilungen seine Zuflucht zu nehmen. Man hat hierbei verschiedene Principien befolgt und wir können hier nur diejenigen besonders hervorheben, welche entweder durch ihre Consequenz, oder durch den Namen ihrer Urheber ein gewisses Ansehn unter den Chemikern sich erworben haben.

Berzelius rechnet zu den nichtmetallischen Körpern zwölf, nämlich: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Kohlenstoff, Bor, Silicium.

Trotz der Verschiedenheiten, welche diese Körper darbieten, hat Berzelius in der neuesten 5. Auflage seines Lehrbuches keine Unterabtheilungen gemacht, und fügt nur nach der Betrachtung von Chlor, Brom, Jod, Fluor ein allgemeines Raisonnement über diese vier Körper bei, worin er ihre gemeinschaftlichen Eigenschaften, mit Metallen Salze zu bilden, hervorhebt und sie daher als corpora halogenia (Salzbilder) bezeichnet.

Dümas nimmt zunächst*) 14 nichtmetallische Elemente an, indem er außer den zwölf, von Berzelius aufgestellten noch das Selen und Arsenik zu denselben rechnet**). Diese 14 Nichtmetalle theilt er nun, indem er vorzugsweise auf ihr Verhalten gegen den Wasserstoff, welcher gegen alle übrigen + electrisch ist, d. h. aus seinen Verbindungen mit den übrigen durch Einwirkung der galvanischen Säule am negativen Pole abgeschieden wird, Rücksicht nimmt, in folgende Geschlechter:

1. Geschlecht: Wasserstoff.
2. Geschlecht: Fluor, Chlor, Brom, Jod.
3. Geschlecht: Selen, Schwefel, Anhang Sauerstoff.
4. Geschlecht: Phosphor, Arsenik, Anhang Stickstoff.

---

*) Dümas, angewandte Chemie Bd. I. pag. 66 und seq.

**) Wenn man den Glanz, und namentlich beim Arsenik auch das Leitungsvermögen für Electricität berücksichtigt, so müßten diese beiden Körper allerdings den Metallen zugezählt werden, allein ihr chemisches Verhalten ist von der Art, daß man ihre Stellung neben dem Schwefel und Phosphor nur naturgemäß finden kann, nur hätte Dümas consequent sein, und auch das Tellur und Antimon zu den Nichtmetallen rechnen sollen, wodurch er dann freilich die Eintheilung in Metalle und Nichtmetalle wenig respektirt hätte.

5. Geschlecht: Bor, Silicium, Anhang Kohlenstoff.

Diese Eintheilung glaubt Dümas folgender Maaßen rechtfertigen zu können:

Verbinden sich Fluor, Chlor, Brom, Jod mit Wasserstoff, so werden dadurch vier, ihrer Zusammensetzung und Eigenschaft nach sehr ähnliche Säuren gebildet. Das Fluor konnte noch nicht mit Sauerstoff verbunden werden, wohl aber das Chlor, Brom und Jod, welche mit demselben Säuren bilden, die analog zusammengesetzt sind und sich sämmtlich dadurch auszeichnen, daß sie äußerst leicht ihren Sauerstoff an sehr viele Substanzen abgeben. Alle Verbindungen dieser vier Grundstoffe mit anderen Körpern sind isomorph. —

Selen und Schwefel gehen gleichfalls mit dem Sauerstoff und Wasserstoff ähnliche Verbindungen ein und ihre Verbindungen mit den übrigen Körpern sind isomorph. — Der Sauerstoff hat durchaus keine Aehnlichkeit mit den übrigen nicht metallischen Körpern, am Meisten nähert er sich dem Schwefel, allein er unterscheidet sich von demselben dadurch, daß er mit Wasserstoff keine Säure bildet und überhaupt, daß er negativ gegen Chlor, Brom und Jod ist, während der Schwefel positiv gegen diese auftritt*).

---

*) Dies hält Dümas für eine Rechtfertigung, daß er den Sauerstoff, dessen Entdeckung vorzugsweise den gegenwärtigen Zustand der Chemie herbeigeführt hat, der in der Verbrennungstheorie eine so wichtige Rolle spielt, von dessen basischen und sauren Verbindungen so ausschließlich bei den meisten chemischen Processen die Rede ist, daß man es gar nicht erst für nöthig erachtet, ihn als in der Verbindung gegenwärtig zu bezeichnen, sondern dieselben schlechtweg als Säuren und Basen anführt, — als Anhang zu Schwefel und Selen hingestellt hat. Der Sauerstoff sagt Dümas, hat durchaus keine Aehnlichkeit mit den übrigen nichtmetallischen Körpern und doch wird Jeder, der einmal Experimentalchemie gehört hat, sich erinnern, daß, was vom Sauerstoff in Beziehung auf sein chemisches Ver-

Stickstoff, Phosphor und Arsenik gleichen sich sehr, sowohl durch ihre Wasserstoffverbindungen, als auch durch ihre Sauerstoffverbindungen. Mit dem Wasserstoff bildet der Stickstoff ein mächtiges Alkali, der Phosphor einen basischen Körper, und das Arsenik eine Verbindung, welche wahrscheinlich auch diese Eigenschaft besitzt, wofür man jedoch noch keine positiven Beweise hat. Der Sauerstoff bildet mit jedem derselben starke Säuren, welche ähnliche Zusammensetzung besitzen, der Stickstoff unterscheidet sich aber von den beiden übrigen dadurch, daß seine Säuren die Hälfte von der Basismenge neutralisiren, welche zur Neutralisation der Phosphor- und Arseniksäuren erfordert wird. Dagegen sind Phosphor und Arsenik sich in allen Beziehungen ähnlich und bilden stets isomorphe Verbindungen.

Bor und Silicium gleichen sich in vieler Hinsicht, unterscheiden sich aber in wesentlichen Beziehungen wiederum; ihre Verbindungen mit Fluor und Chlor sind verschieden zusammengesetzt, haben aber viele Eigenschaften mit einander gemein.

---

halten gesagt wurde, sich auch fast vollständig mutatis mutandis auf den Schwefel anwenden ließ. Beide gehen, wodurch sie sich fast ausschließlich auszeichnen mit allen anderen Körpern Verbindungen ein; diese Verbindungen, namentlich mit den Metallen, werden durch stark hervortretende Verwandtschaften gebildet, die Verbindungen des Schwefels haben gleiche Zusammensetzung und gleiche Eigenschaften, wie die des Sauerstoffes, soviel Sauerstoffverbindungen ein Körper hat, soviel Schwefelverbindungen desselben sind in der Regel bekannt, bei beiden zeigt sich am Auffallendsten die Fähigkeit, zwei Reihen chemisch entgegengesetzter Verbindungen, nämlich Säuren und Basen, zu bilden, daher die Bezeichnung: Amphidkörper, — und diese beiden Körper sollen keine Aehnlichkeit haben? Wer kann hier die Absicht, irre zu leiten, verkennen? nur um den Anschein zu gewinnen, als gäbe es außer dem electrischen, kein Eintheilungsprincip, werden die wichtigsten und in die Augen fallendsten Erscheinungen mit Stillschweigen übergangen!

Man ersieht aus diesen Bemerkungen Dümas, daß derselbe noch selbst mancherlei Bedenken in der gewählten Eintheilung findet, und jedem Anderen werden deren noch mehrere aufstoßen, wenn er das, was gegen diese Eintheilung spricht, und von Dümas mit Stillschweigen übergangen ist, in Erwägung zieht. Insofern die Eintheilung der einfachen Körper in Metalle und Nichtmetalle überhaupt auf keine allgemeine Auffassung des Chemismus, sondern nur auf einzelne, hervorstechende Eigenschaften basirt ist, kann man auch bei der Bestimmung der Unterabtheilungen nicht ein Festhalten an einem durchgreifenden Principe erwarten, und wir können mithin darin keinen Anstoß finden, daß Dümas bei der Eintheilung der nichtmetallischen Körper einen derselben heraushebt, und das Verhalten aller übrigen zu diesem als Eintheilungsgrund feststellt. Die Wahl dieses einen Körpers steht offenbar ganz frei, nur wird man darauf zu sehen haben, daß sie auf denjenigen falle, dessen Verbindungen in theoretischer Hinsicht vorzugsweise wichtig und genau studirt sind, und der mit möglichst allen anderen Körpern Verbindungen eingeht, da ja nur aus diesen die wechselseitigen Beziehungen erkannt werden können. In dieser Hinsicht kann aber die Wahl, wie wir es auch bei Berzelius finden, nur auf den Sauerstoff fallen, dessen Verbindungen unstreitig die wichtigsten sind, und welcher mit allen übrigen Körpern, ausgenommen dem Fluor, dessen Aehnlichkeit mit Jod, Brom, Chlor uns aller Bedenklichkeiten über seine Stellung überhebt, Verbindungen eingeht. Der Wasserstoff hingegen bildet mit dem Phosphor und Arsenik unbestimmt charakterisirte, mit dem Bor und Silicium gar keine Verbindung. Das fünfte Geschlecht stände also ganz isolirt da, wenn nicht durch den angehängten Kohlenstoff eine Vermittelung zwischen ihm und den übrigen bewirkt

würde; allein die Aehnlichkeit zwischen Kohlenstoff, Bor und Silicium ist durchaus nicht der Art, daß man berechtigt sein könnte, aus seinem Verhalten auf das Verhalten der beiden letzteren zu schließen, wie ja schon die Sauerstoffverbindungen dieser drei Stoffe, ihre Verbindungen mit Schwefel, Chlor, so wie die Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff zur Genüge beweisen. Außer diesen Mängeln führt die Wahl des Wasserstoffes noch den Uebelstand mit sich, daß bei der Betrachtung der Metalle eine abermalige Aenderung des Eintheilungsprincipes erforderlich wird, denn die Metalle gehen fast gar keine Verbindungen mit dem Wasserstoff ein und es kann daher das Verhalten derselben zu dem Wasserstoff keinen Eintheilungsgrund abgeben; auch dieser Uebelstand wird durch die Wahl des Sauerstoffes gehoben, so daß also unbedingt die von Berzelius getroffene Wahl vor der Dümasschen den Vorzug verdient. —

Eine wenig beachtete, jedoch bei Weitem mehr das allgemeine, chemische Verhalten der Körper berücksichtigende Eintheilung ist von Runge aufgestellt*). — Er theilt die einfachen Stoffe ein in die Sauerstoffreihe, Metallreihe und Metalloidreihe. Zu der ersteren, deren Glieder auch Brenner genannt werden, gehört: Sauerstoff, Schwefel, Selen, Chlor, Jod, Brom, Fluor, Phosphor. Sie bilden einen strengen Gegensatz zu den Stoffen der Metallreihe oder den Metallen. Sie heben die Eigenschaften dieser ebenso vollständig auf, wie es der Sauerstoff thut, und werden umgekehrt auch von den Metallen ebenso vollständig ihrer Eigenschaften beraubt, daß dadurch wirkliche chemische Verbindungen zu Stande kommen, der Hauptgrund aber, wa-

*) Einleitung in die technische Chemie für Jedermann, von Runge, 1838.

rum diese Stoffe unter eine Abtheilung zu stehen kommen, ist der; daß einer den anderen ersetzen und seine Stelle vertreten kann. —

Die Stoffe der Metallreihe sind irgend einem beliebigen Metalle in ihrem allgemeinen Verhalten ähnlich.

Die dritte Stoffreihe, die Metalloidreihe, deren Stoffe weder zu den Brennern, noch zu den Metallen gestellt werden können, bilden Wasserstoff, Kohlenstoff, Bor und Stickstoff. Der Wasserstoff hat in vieler Hinsicht ein, den Metallen ähnliches Verhalten, er ist chemisch den Brennern so entgegengesetzt, wie es die Metalle nur immer sein können, er hebt, sich mit jenen verbindend, ihre Eigenschaften meist vollständig auf und opfert auch gleichzeitig die seinigen. Noch ähnlicher zeigt sich aber der Wasserstoff den Metallen dadurch, daß er die meisten aus mehreren ihrer Verbindungen austreibt und ihren Platz einnimmt, so scheidet er aus den Sauerstoffmetallen das Metall ab und tritt an dessen Stelle mit dem Sauerstoff in Verbindung. Die Aehnlichkeit zwischen dem Wasserstoff und den Metallen würde vollständig sein und er müßte als ein wirkliches Metall betrachtet werden, wenn er, ebenso wenig wie diese unter einander, sich chemisch mit den Metallen verbände*).

Runge hat, wie man hieraus ersehen kann, sehr wohl das Einseitige und oft Widernatürliche der vorerwähnten Classification eingesehen, er hat sehr wohl gefühlt, daß der Gegensatz, in welchem die Körper zu einander stehen, und welcher durch die chemische Verbindung aufgehoben wird, so wie die Fähigkeit, sich gegenseitig in ihren Verbindungen zu vertreten, das Hauptprincip bei einer Eintheilung der-

---

*) Dieselbe Eintheilung mit geringen Modifikationen befolgt Duflos in seinem chemischen Apothekerbuche, Breslau 1841.

selben sein sollte, aber er hat es unterlassen consequent dieses Princip zu verfolgen und ist daher an der Ausführung gescheitert. So ist auch bei dieser Eintheilung zunächst zu tadeln, daß die drei Reihen nicht bestimmt characterisirt sind: der Begriff von Metall ist durchaus unbestimmt gelassen und mit ihm natürlich auch der der Metalloide und der, den Metallen entgegengesetzten Körper. Es ist ferner bei Sauerstoff, Schwefel, Selen, Jod, Brom, Fluor, Chlor nur die gemeinschaftliche Eigenschaft, mit dem Metall bestimmt characterisirte Verbindungen einzugehen, hervorgehoben, nicht aber das merkwürdig verschiedene Verhalten von Sauerstoff, Schwefel, Selen einer Seits, und Brom, Fluor, Chlor, Jod, anderer Seits, berücksichtiget worden. Jene kann uns wohl veranlassen, alle diese Körper von den Metallen zu trennen, diese aber zwingt uns, eine Trennung unter ihnen selbst vorzunehmen. Endlich ist die Bemerkung von den Metallen, daß sich dieselben nicht chemisch unter einander verbinden können, übereilt, indem mehrere Thatsachen offenbar das Gegentheil beweisen. Diejenigen Metalle nämlich, deren Oxyde Säuren sind, haben eine große Neigung, sich mit den Metallen, welche Basen bilden, in bestimmten Verhältnissen zu verbinden; daher geben Selen, Arsenik, Antimon, Tellur rc. Verbindungen mit den übrigen Metallen, die den Schwefel- und Phosphormetallen ähnlich sind, und welche wir oft, in der Natur hervorgebracht, und selbst mit Schwefelmetallen verbunden, antreffen. Die meisten dieser Verbindungen geschehen nach den nämlichen Gesetzen und nach den nämlichen Proportionen, die für den Sauerstoff und für den Schwefel geltend sind. Wenn sie daher oxydirt werden, so entstehen daraus neutrale, selensaure, arseniksaure, antimonsaure rc. Salze. Ebenso ist es von Zinn und Blei entschieden, daß sie chemische Verbin-

dungen nach bestimmten Proportionen unter einander eingehen. Rudberg schmolz Zinn und Blei in mehreren Verhältnissen zusammen und beobachtete, indem er in das schmelzende Gemisch ein Thermometer einsenkte, die Schnelligkeit, womit das Gemisch erkaltete. Es ergab sich, daß, nachdem das Thermometer ein Stück gesunken war, es eine gewisse Zeit lang stationär blieb, wiewohl das Metall nicht sichtlich zu erstarren angefangen hatte. Darauf fing es wieder an zu sinken und wurde zum zweiten Male stationär, als die ganze Masse erstarrte. Dieses Verhalten zeigt deutlich, daß zwischen den beiden Metallen bestimmte Verbindungen Statt finden, denn der erste stationäre Punkt entstand dadurch, daß eine weniger leicht schmelzbare Verbindung zwischen den Metallen sich ausschied und seine gebundene Wärme in dem noch flüssigen Theile in Freiheit setzte. Der zuletzt erstarrende Theil bestand wieder aus einer andern bestimmten Verbindung. In welchem Verhältnisse auch Zinn und Blei zusammengeschmolzen werden, so bleibt doch die leichter schmelzbare Verbindung immer dieselbe, sie erstarrt regelmäßig bei 187° und besteht aus 1 M. G. Blei und 3 M. G. Zinn.

Ein ganz analoges Verhältniß fand Rudberg zwischen Zink und Zinn, Wismuth und Zinn, Blei und Wismuth.

Svanberg dehnte diese Versuche auf drei Metalle aus, nämlich Zink, Zinn und Blei, und fand auch hier, daß, in welchem Verhältnisse die Metalle auch gemischt wurden, der letzte Erstarrungspunkt immer derselbe, nämlich 168° war, und einer Verbindung von 1 M. G. Zink, 2 M. G. Blei nnd 9 M. G. Zinn angehörte, welche man zusammengesetzt betrachten kann aus 1 M. G. Zink-Zinn, und 2 M. G. Blei-Zinn, so daß die Formel folgende wird: $Zn\,Sn^3 + Pb\,Sn^3$, welche der eines Salzes entspricht, wo-

rin das Sn ein Amphigenstoff ist, das Zn das Radical der Basis, und das Pb das Radical der Säure vorstellt. Dies zeigt zur Genüge, daß sich die Metalle unter einander nach denselben Gesetzen und Verhältnissen vereinigen, welche ihre Verbindungen mit den Nichtmetallen beherrschen.

Die Metalle endlich, deren allgemeine Charakteristik wir bereits angegeben haben, zeigen ebenso wie die Nichtmetalle so große Verschiedenheiten unter einander, daß man sich auch bei ihnen zu einer weiteren Classification genöthigt sieht. Auch hier ist das, von den verschiedenen Chemikern befolgte Princip nicht immer dasselbe und mit dem, bei den Nichtmetallen angewandten in Einklang.

Berzelius bringt die Metalle in zwei Abtheilungen, nämlich

1. die Grundlagen oder Radicale der Alkalien und der Erden,
2. die Radicale der eigentlich sogenannten Metalloxyde und Metallsäuren.

Die ersteren zeichnen sich durch ihre größere Leichtigkeit aus; die meisten sind entweder leichter oder unbedeutend schwerer als Wasser, und mehrere so brennbar, daß sie bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft Wasser zersetzen. Sie werden nach ihren, schon längst bekannten Oxyden genannt, deren lateinischen Namen man die Endigung des Neutrums beifügt, es sind dies Kalium, Natrium, Lithium, Ammonium, Barium, Strontium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Beryllium, Yttrium, Erbium, Terbium, Zirconium, Thorium. Die zweite Abtheilung zerfällt wieder in zwei Unterabtheilungen,

1. electro-negative Metalle, d. h. solche, die in Verbindung mit Sauerstoff eine größere Neigung haben, Säuren zu bilden, als Salzbasen darzustellen; diese sind: Se-

len, Tellur, Arsenik, Antimon, Chrom, Vanadin, Molybdän, Wolfram, Tantal, Titan.

2. electro-positive Metalle, welche vorzugsweise den electropositiven Bestandtheil salzartiger Verbindungen ausmachen; diese sind: Gold, Osmium, Iridium, Platin, Palladium, Rhodium, Silber, Quecksilber, Kupfer, Wismuth, Zinn, Blei, Cadmium, Zink, Nickel, Kobalt, Eisen, Mangan, Uran, Cer, Lanthan, und Didym.

Die Metalle in diesen beiden Unterabtheilungen sind alle mehr als 4 Mal schwerer als Wasser; sehr wenige unter ihnen werden bei gewöhnlicher Lufttemperatur auf Kosten der Luft oder des Wassers oxydirt, und die Oxyde dieser Metalle lassen sich bei einer hinreichend hohen Temperatur durch Kohlenpulver metallisch wieder herstellen. Von Kalium werden sie bei einer sehr gelinden Hitze reducirt.

Berzelius hat bei dieser Classification wieder offenbar nur das Verhalten der Metalloxyde berücksichtigt, und wenn einmal die Verbindungen sämmtlicher Körper mit einem unter ihnen als besonders die relative Bedeutsamkeit derselben bedingend angesehen werden sollen, so kann allerdings nur der Sauerstoff auf diese Auszeichnung Anspruch machen.

Die von Berzelius aufgestellte Classification ist fast von sämmtlichen Chemikern angenommen worden, und nur hin und wieder hat man einige Aenderungen in der Reihenfolge der einzelnen Metalle vorgenommen, je nachdem man zugleich auf die Isomorphie, auf das Verhalten zum Wasser u. s. w. Rücksicht genommen hat.

Dümas hat bei den Metallen gar keine Unterabtheilungen aufgestellt, sondern sie hinter einander in der, von Berzelius im Allgemeinen befolgten Ordnung abgehandelt, indem er diejenigen, deren Oxyde die stärksten Basen bilden, zuerst betrachtet und nach und nach zu den Säure

bildenden übergeht, worüber man sich allerdings bei diesem Chemiker wundern muß, da er, wie wir früher gesehen haben, in Betreff der nichtmetallischen Körper sich sehr viel Mühe gegeben hat, einen durchgreifenden Eintheilungsgrund aufzufinden und danach dieselben zu classificiren. —

Graham stellt folgende Unterabtheilungen der Metalle auf:

I. Metalle der Alkalien: Kalium, Natrium, Lithium.

II. Metalle der alkalischen Erden: Barium, Strontium, Calcium, Magnesium.

III. Metalle der Erden: Beryllium, Aluminium, Zirconium, Yttrium, Thorium.

IV. Erzmetalle, von denen die nach der Formel R O zusammengesetzten Oxyde mit Talkerde isomorph sind: Mangan, Eisen, Cobalt, Nickel, Zink, Cadmium, Kupfer, Blei, Wismuth.

V. Metalle, deren Oxyde durch Isomorphie mit der Magnesiagruppe verwandt sind: Zinn, Titan, Chrom, Vanadin, Wolfram, Molybdän, Tellur.

VI. Metalle, welche mit Phosphor isomorph sind: Arsenik, Antimon.

VII. Metalle, welche nicht zu den vorigen Gruppen gehören, deren Oxyde durch Hitze allein nicht reducirt werden können: Uran, Cer, Lantan, Tantal.

VIII. Metalle, deren Oxyde durch Erhitzen zu Metallen reducirt werden (edle Metalle): Quecksilber, Silber, Gold.

IX. Metalle des gediegenen Platins (edle Metalle): Platin, Palladium, Iridium, Osmium, Rhodium.

Graham legt auf diese Eintheilung, welche er nur zur Erleichterung der Uebersicht entworfen hat, selbst sehr wenig Gewicht, daher es kaum nöthig erscheint, auf die Zu-

sammenstellung der starke Basen bildenden Metalle: Cer und Lanthan mit dem Säuren bildenden Tantal, so wie auf die unwissenschaftliche Charakteristik der siebenten Gruppe und mehrere andere Inconsequenzen aufmerksam zu machen, und nur des berühmten Verfassers wegen ist dieser Classification hier Erwähnung geschehen.

Bei einigen Wenigen endlich findet man noch die durchaus unwissenschaftliche Eintheilung der Metalle in schwere und leichte, wie z. B. bei Weinlig *), welcher zu den ersteren folgende rechnet: Wolfram, Molybdän, Vanadin, Uran, Zinn, Kupfer, Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Iridium, Rhodium, Osmium, Palladium, Wismuth, Blei, Cadmium, Zink, Nickel, Cobalt, Eisen, Chrom, Mangan; zu den leichten hingegen: Aluminium, Zirconium, Beryllium, Cerium, Lanthan, Yttrium, Thorium, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Lithium, Natrium, Kalium.

Daß eine solche Eintheilung nicht geeignet ist, in die chemischen Erscheinungen Zusammenhang zu bringen, versteht sich wohl von selbst. —

V.

Quantitäts-Gesetze für die Verbindungen unzerlegter Körper untereinander, chemische Zeichenschrift, Tabelle der Zeichen und Mischungs-Gewichte.

Die sogenannten einfachen Stoffe sind wie schon p. 29 angeführt in sofern von Interesse, als man sich durch ihre wechselseitige Aufeinanderwirkung alle übrigen Körper entstanden denken kann, wenn es auch bei vielen noch

*) Lehrbuch der theoretischen Chemie, Leipzig 1840.

nicht geglückt ist, sie unmittelbar aus ihnen zu erzeugen; sie bieten also in dieser Beziehung die Ausgangspunkte der synthetischen Chemie dar, wie sie die Endpunkte der analytischen Chemie sind. Versuchen wir aber je zwei unzerlegbare Körper mit einander zu verbinden, so wird uns sehr bald klar, daß theils die Möglichkeit der Verbindung überhaupt, theils die Leichtigkeit, mit der sie erfolgt, im innigsten Zusammenhange steht mit dem zwischen den beiden aufeinanderwirkenden Körpern obwaltenden Qualitäts- und Quantitätsverhältniß. — Den Einfluß der Qualität auf den chemischen Prozeß haben wir im Allgemeinen bereits p. 37 u. folg. geschildert, indem wir dargethan, wie die Bildung eines neutralen Salzes das höchste Ziel des Chemismus überhaupt ist und dasselbe nur durch Aufhebung eines Gegensatzes erreicht werden kann, daher denn auch die chemische Verbindung zweier Körper vorzugsweise leicht erfolgt, wenn zwischen ihnen entweder ein entschiedener Gegensatz ausgesprochen ist, wie zwischen Säure und Basis, oder die chemischen Tendenzen beider Körper unverkennbar auf die Hervorrufung jenes Gegensatzes gerichtet sind, wie dies bei der Wechselwirkung eines stark subaciden und eines stark subbasischen Körpers der Fall ist, oder endlich wenn ein die Tendenz der Säuren- oder Basenbildung im hohen Grade besitzender Körper auf einen vollkommen indifferenten einwirkt. In Betreff aber der Quantitäten, welche als das Resultat des chemischen Processes zum Vorschein kommen, oder von den aufeinander wirkenden Körpern verschwinden, ergeben sich bei einer einigermaßen sorgfältigen Beobachtung, sehr bald folgende Gesetze:

1. Das Gewicht einer chemischen Verbindung ist gleich der Summe der Gewichte ihrer Bestandtheile.

Dieses Gesetz, mit Recht das der Erhaltung der Quantität der Materie*) genannt, ist für die Gesetzmäßigkeit im gesammten Naturleben eine conditio sine qua non; denn es leuchtet ein, daß wenn durch die im unorganischen wie organischen Reiche, ununterbrochen stattfindende, unendliche Fülle chemischer Processe eine Vermehrung oder Verminderung der Erdmasse veranlaßt würde, dadurch auch die Beziehungen der Erde zu den übrigen Körpern des Planetensystems alterirt und somit ihre Achsendrehung, Umlaufszeit um die Sonne u. s. w. verändert werden müßten, so daß von einer regelmäßigen Periodicität der Erscheinungen nicht die Rede sein könnte und die Erde entweder bald gänzlich verschwinden, oder durch fortgesetztes Wachsthum sich zum Centralkörper des Systems entwickeln würde. Dadurch aber, daß die Substanzen auf der Erde sich wohl verändern, an Masse aber nichts verlieren oder gewinnen können, bleiben die allgemeinen Beziehungen des Erdkörpers zu den übrigen Himmelskörpern unberührt und es kann nun eine ruhige an bestimmte Gesetze gebundene Entwickelung des Erdkörpers und dessen was auf ihm leibt und lebt erfolgen. —

2. Dieselbe chemische Verbindung enthält stets dieselben Bestandtheile in demselben Mengenverhältnisse. —

Auch dieses Gesetz ergiebt sich bei einer einfachen Betrachtung sehr bald als eine Natur-Nothwendigkeit. Welche Ansicht nämlich wir auch immer von der Entstehung der Körperwelt haben mögen, jedenfalls liegt ihr eine Thätigkeit zu Grunde und jeder einzelne Körper ist der Ausdruck und Repräsentant einer bestimmten Kraftäußerung, an wel-

*) Ettingshausen, Anfangsgründe der Physik, Wien 1844 p. 34.

cher wir Richtung (Qualität) und Quantität zu unterscheiden haben, daher die Masse auf die chemische Wirksamkeit eines Körpers nothwendig einen wesentlichen Einfluß ausübt und wir unmittelbar zu dem Schluß gelangen, daß nicht nur verschiedene Stoffe, sondern auch verschiedene Mengen derselben Stoffe verschiedene chemische Effecte erzeugen, woraus sich unmittelbar das oben ausgesprochene zweite Gesetz ergiebt, dessen wesentlicher Inhalt nichts anderes ist als: jede Qualität erfordert eine bestimmte Quantität um eine bestimmte Wirkung hervorzubringen. —

3. Wenn zwei Körper sich in mehreren Verhältnissen chemisch mit einander verbinden, nimmt die Quantität eines jeden Bestandtheiles in den verschiedenen Verbindungen in einem einfachen multiplen Verhältnisse zu oder ab. —

Das zweite Gesetz drückt nur aus, daß um einen Körper von bestimmten Eigenschaften zu erzeugen, zwischen den beiden aufeinanderwirkenden Stoffen ein bestimmtes Quantitätsverhältniß obwalten muß, daß also z. B. aus Sauerstoff und Wasserstoff nur dann Wasser entstehe, wenn beide Körper in dem Verhältniß von 100 Sauerstoff zu 12,48 Wasserstoff aufeinander wirken, nicht aber darf dasselbe so verstanden werden, als wäre nur eine Verbindung zwischen je zwei Körpern möglich. — Einer solchen Annahme widerspricht theils die Natur in unzähligen Fällen, theils würde sich dafür auch a priori kein einigermaßen haltbarer Grund anführen lassen, denn nachdem wir nicht umhinkonnten, der Masse des chemisch wirkenden Körpers einen Einfluß zuzugestehen, muß es auch natürlich und nothwendig erscheinen, daß ein anderes Resultat zum Vor-

schein kommt, je nachdem eine größere oder kleinere Menge irgend eines Körpers auf ein und dieselbe Menge eines anderen einwirkt. Jedoch läßt sich von vornherein annehmen, daß nicht jede beliebige und unbedeutende Vergrößerung der Quantität einen Einfluß auf das Resultat des chemischen Processes ausüben wird, sondern es wird dies erst dann der Fall sein, wenn in Beziehung auf die obwaltenden Umstände und den gegenstehenden Körper, durch Quantität und Qualität des der Vermehrung unterworfenen Körpers gewissermaßen eine neue Einheit, ein neues Individuum erzeugt worden ist. Ein Beispiel mag den Sinn unserer Worte klarer machen: Phosphor verwandelt sich bei gewöhnlicher Lufttemperatur mit Sauerstoff in Berührung gebracht in phosphorige Säure, und zwar verschwinden hierbei auf je 100 Gewichtstheile Sauerstoff 130,68 Gewichtstheile Phosphor. Die vorhandenen Quantitäten Sauerstoff und Phosphor mögen sein welche sie wollen, es bilden unter diesen Umständen 100 Gewichtstheilen Sauerstoff gegenüber stets 130,68 Gewichtstheile des subaciden Phosphors eine Einheit, indem sie durch ihre gleichzeitige Wirkung die Realisirung der Tendenz der Säurenbildung des Phosphors möglich machen. Ist nun das ursprüngliche Verhältniß ein anderes als das hier bezeichnete, so bleibt entweder Sauerstoff oder Phosphor übrig, je nachdem der eine oder der andere im Ueberschuß vorhanden war. Hierin liegt nur eine Bestätigung des zweiten Gesetzes, daß nämlich in jeder bestimmten Verbindung ein bestimmtes Verhältniß der Bestandtheile stattfindet. Wenn wir aber die Umstände verändern und Phosphor und Sauerstoff bei erhöhter Temperatur auf einander wirken lassen, so tritt der subacide Character des Phosphors viel entschiedener hervor, die Tendenz der Säurenbildung

erscheint gesteigert und die veränderte Qualität erheischt eine andere und zwar wie sich erwarten läßt geringere Quantität um mit 100 Gewichtstheilen Sauerstoff eine viel stärkere Säure zu bilden, so daß nun, das ursprüngliche Verhältniß beider Körper mag wiederum sein welches es wolle, 78,408 Gewichtstheile Phosphor 100 Gewichtstheilen Sauerstoff gegenüber die neue Einheit bilden, durch deren substantielle Veränderung die Phosphorsäure erzeugt wird, und zwar findet der chemische Proceß auch hier nur in dem bezeichneten Verhältnisse beider Körper statt, daher was von dem einen oder dem anderen mehr vorhanden ist, unverändert zurückbleibt. Es verhält sich aber 78,408: 130,68 = 3: 5. — Hieraus erhellt nun gleichzeitig, daß einmal ein anderes Verhältniß der Bestandtheile auch eine andere Verbindung erzeugt, und daß ferner wo mehrere Verbindungen zweier und derselben Körper vorhanden sind, das Verhältniß zwischen der Quantität der Bestandtheile in den verschiedenen Verbindungen ein sehr einfaches ist. —

Wir haben zum Nachweis dieses einfachen Verhältnisses zwischen den Quantitäten eines und desselben Bestandtheiles in seinen verschiedenen Verbindungen mit einem anderen Körper den Phosphor gewählt, weil bei wenigen Körpern sich die verschiedenen Verbindungen so unmittelbar nur durch eine geringe Modification der Umstände erzeugen lassen, dagegen tritt das Gesetz noch viel reiner bei einer großen Anzahl anderer Körper auf, so verbinden sich z. B.:

175,06	Stickstoff	mit	100	Sauerstoff	zu	Stickstoffoxydul.
175,06	"	"	200	"	"	Stickstoffoxyd.
175,06	"	"	300	"	"	salpetriger Säure
175,06	"	"	500	"	"	Salpetersäure.

Die Sauerstoffmengen verhalten sich mithin wie

1 : 2 : 3 : 5

und die Quantitäten in den höheren Verbindungen sind Vielfache nach ganzen Zahlen (multipla) von der kleinsten Menge, in welcher sich der Sauerstoff mit dem Stickstoff verbindet.

Ein ganz ähnliches Verhalten findet auch zwischen den übrigen Körpern Statt, nur muß man um alle höheren Verbindungsstufen zu erhalten, in vielen Fällen auch die Quantität des andern Stoffes, also in obigem Beispiele die des Stickstoffs, nach ganzen Zahlen vervielfältigen. Auch ist die Reihe der Verbindungen nicht immer vollständig nach der Reihe der natürlichen Zahlen vorhanden, indem oft mehrere Glieder derselben fehlen, so wenig als bei allen Körpern eine gleiche Anzahl von solchen Verbindunsstufen beobachtet wird. Es läßt sich voraussehen, daß es der fortschreitenden Wissenschaft gelingen wird, eine große Menge der gegenwärtig noch fehlenden Verbindungsstufen herzustellen, allein unzweifelhaft werden auch nicht alle Körper in dieser Beziehung dasselbe Verhalten zeigen und daher gewisse Verbindungsstufen bei gewissen Körpern nie dargestellt werden können.

Das so eben näher erörterte Gesetz, aus leicht begreiflichen Gründen, das Gesetz der multiplen Proportionen oder das der Vielfachen genannt, bezieht sich nicht blos auf die Vervielfältigung der Quantität des einen, sondern liegt gleicher Weise der Quantitätsvermehrung sämmtlicher Bestandtheile in ihren verschiedenen Verbindungen zu Grunde. — Sind z. B. a und b die kleinsten Mengen zweier Körper A und B, welche sich in der niedrigsten Verbindungsstufe mit einander verbinden können, so sind unter den Zahlen 2a, 3a, 4a, 5a, 6a, 7a ꝛc. gewiß die Mengen des Körpers A enthalten, welche entweder mit der Quantität

b oder mit den Quantitäten 2b, 3b, 4b des Körpers B die höheren Verbindungsstufen beider Körper bilden. Ist also a : b das Verhältniß der Bestandtheile in der niedrigsten Verbindungsstufe der Körper A und B, so ist gewiß jede höhere Verbindungsstufe durch das Verhältniß ma : nb ausdrückbar, wo m und n ganze Zahlen aus den ersten Gliedern der Reihe der natürlichen Zahlen bedeuten. —

4. Jeder Körper hat ein eignes Mischungs-Gewicht, d. h. eine bestimmte relative Gewichtsmenge, in welcher oder in deren Multiplis er sich vorzugsweise mit anderen Körpern verbindet. —

Wenzel*) war, so viel bekannt der Erste, welcher auf chemische Analysen gestützt, deren Genauigkeit heute noch bewundert wird, indem er den Proceß der sogenannten doppelten Wahlverwandtschaft einer genauen Prüfung unterwarf, zu dem Satze gelangte, daß, wenn zwei neutrale Salze sich gegenseitig zerlegen, stets wieder zwei neutrale Salze entstehen. — Woraus unmittelbar als Gesetz folgte:

Die Quantitäten der verschiedenen Basen, welche die nämliche Menge irgend einer Säure sättigen, stehen untereinander in demselben Verhältniß, wie die Quantitäten dieser Basen, welche eine und dieselbe Menge irgend einer anderen Säure sättigen. Oder auch umgekehrt:

die Quantitäten der verschiedenen Säuren, welche die nämliche Menge irgend einer Base

*) Lehre von der Verwandtschaft der Körper. Dresden 1777.

sättigen, stehen unter einander in demselben Verhältniß, wie die Quantitäten dieser Säuren, welche eine und dieselbe Menge irgend einer anderen Base sättigen.

Es ergiebt sich also aus obigem Satze, welcher als das Richter'sche Neutralitäts-Gesetz bekannt ist, indem es vorzugsweise Richter war, welcher die Arbeiten Wenzels fortsetzte und durch Aufstellung seiner Neutralitäts- oder Massenreihen nachwies, wie man aus der bekannten neutralen Verbindung einer Base mit den verschiedenen Säuren und der bekannten neutralen Verbindung einer Säure mit den verschiedenen Basen, die Zusammensetzung aller übrigen neutralen Salze ohne vorhergegangene Analyse berechnen könne*), daß für jede bestimmte Quantität einer Base jede Säure und umgekehrt für jede bestimmte Quantität einer Säure, jede Base ein bestimmtes Mischungsgewicht, d. h. eine Gewichtsmenge besitzt, in welcher sie sich vorzugsweise mit jener Quantität Base oder Säure verbindet. —

Diese Thatsache veranlaßte Berzelius, die unzerlegten Körper einer ähnlichen Betrachtung zu unterwerfen und ihm ausschließlich haben wir die Entdeckung und nähere Bestimmung der Mischungsgewichte auch dieser Körper zu verdanken. Um nur einigermaßen die Art und Weise anzudeuten, wie man zu obigem 4. Gesetze gelangte und welches der Inhalt desselben ist, stelle man die Quantitäten aller übrigen Körper zusammen, mit welchen eine bestimmte Quantität des einen, Verbindungen eingeht. Aus beifolgender Tabelle ist z. B. ersichtlich, daß 100 Gewtsthl. Sauerstoff sich verbinden mit 200,75 Schwefel, 247,64 Selen, 6,24 Wasserstoff u. s. w., untersucht man nun mit wieviel

*) J. B. Richter, Anfangsgründe der Stöchiometrie. Breslau 1792—95.

der übrigen Körper sich diese 200,75 Schwefel, 247,64 Selen, 6,24 Wasserstoff u. s. w. verbinden, so sehen wir entweder dieselben Zahlen, oder Multipla oder Submultipla davon wiedererscheinen, welche die Reihe der Sauerstoffverbindungen enthält. Es verbinden sich:

mit	100,00 Sauerstoff.	200,75 Schwefel.	247,64 Selen.	6,24 Wasserstoff.	175,06 Stickstoff.	75,12 Kohlenstoff.	443,28 Chlor.	392,04 Phosphor.	488,86 Kalium.	855,29 Barium.	1349,66 Silber.
Sauerstoff	—	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Schwefel	200,75	—	200,75	100,37	602,25	401,50	401,50	200,75	200,75	200,75	200,75
Selen	247,64	247,64	—	247,64	—	—	495,28	—	—	—	495,28
Wasserstoff	6,24	12,48	6,24	—	37,44	12,48	12,48	37,44	—	—	—
Stickstoff	175,06	58,35	—	29,17	—	87,53	58,35	350,12	58,35	—	—
Kohlenstoff	75,12	37,56	—	37,56	150,24	—	75,12	—	—	—	150,24
Chlor	443,28	221,64	221,64	221,64	1329,84	443,28	—	1329,84	443,28	443,28	443,28
Phosphor	392,04	392,04	—	65,34	196,02	—	294,03	—	—	—	—
Kalium	488,86	488,86	—	—	1466,58	—	488,86	—	—	—	—
Barium	855,29	855,29	—	—	—	—	855,29	—	—	—	—
Silber	1349,66	1349,66	674,83	—	—	2699,32	1349,66	—	—	—	—

Der oberflächlichsten Betrachtung dieser nur aus 11 unzerlegten Körpern gebildeten Tabelle, wird es klar, daß die Zahlen ihrer einzelnen Spalten nicht ohne Beziehungen zu einander sind. Es zeigt sich zunächst, daß ein und dieselbe Zahl sich in mehreren Spalten wiederholt: 200,75 Schwefel verbinden sich nicht bloß mit 100 Sauerstoff, sondern auch mit 247,64 Selen, 392,04 Phosphor, 488,86 Kalium, 855,29 Barium, 1349,66 Silber. Die letzteren Zahlen drücken aber die Gewichtsmengen der respektiven Körper aus, die sich mit 100 Gewichtstheilen Sauerstoff verbinden, so daß also daraus folgt, daß das Verhältniß der Gewichtsmengen von Selen, Phosphor, Kalium, Barium und Silber, dasselbe bleibt, es mögen sich diese Körper mit einer bestimmten Menge Sauerstoff oder Schwefel verbinden. Eben so verbinden sich 247,64 Selen einmal mit 100 Sauerstoff, dann aber auch mit 200,75 Schwefel und 6,24 Wasserstoff, die Verhältnisse mithin der Gewichtsmengen sind dieselben in den Sauerstoff und Selenverbindungen. Die Gewichtsmengen von Kalium, Barium, Silber, beobachten ganz dasselbe Verhältniß in den Sauerstoff, Schwefel und Chlorverbindungen, so daß offenbar für die Verbindungen der unzerlegten Körper etwas Aehnliches stattfindet wie bei der Verbindung von Säuren und Basen zu neutralen Salzen. Wie für diese Wenzel das Gesetz aufstellte: die Quantitäten der verschiedenen Basen, welche die nämliche Menge irgend einer Säure sättigen, stehen untereinander in demselben Verhältniß, wie die Quantitäten dieser Basen, welche eine und dieselbe Menge irgend einer anderen Säure sättigen; so gelangte Berzelius in Betreff der Verbindungen unzerlegter Körper zu dem Satz: Das Verhältniß mehrerer Körper unter einander, das sie bei ihrer Verbindung mit einem bestimmten Körper beob-

achten, bleibt dasselbe, wenn sie mit einem zweiten, dritten u. s. w. in Verbindung treten. —

Daß jedoch dieser Satz, wenigstens in dieser Form nicht als allgemeines Gesetz hingestellt werden kann, geht ebenfalls aus obiger Tabelle hervor, indem in ihr ebensooft verschiedene wie übereinstimmende Verhältnisse auftreten. So z. B. sind zwar die Gewichtsverhältnisse zwischen Selen, Phosphor, Kalium, Barium, Silber in den Sauerstoff- und Schwefelverbindungen dieselben, die Gewichtsverhältnisse zwischen Wasserstoff, Stickstoff, Chlor und Kohlenstoff dagegen in denselben Verbindungen verschieden. Allein es zeigt sich sehr bald, daß auch bei diesen verschiedenen Verhältnissen, zwischen den einzelnen Zahlen ein, unmöglich einer bloßen Zufälligkeit zuzuschreibender Zusammenhang stattfindet. Während sich nämlich mit 100 Sauerstoff 6,24 Wasserstoff verbinden, verbinden sich mit 200,75 Schwefel 12,48 = 2. 6,24 Wasserstoff, welche letztere Zahl auch ferner bei Chlor und Kohlenstoff erscheint, während die bei Stickstoff und Phosphor auftretende Zahl 37,44 = 6. 6,24 ist, so daß also wenn wir 6,24 Wasserstoff durch d bezeichnen, die Horinzontalreihe für Wasserstoff folgende Größen enthält: d. 2d. d. 6d. 2d. 2d. 6d. Dieselbe Betrachtungsweise auf die übrigen Horizontalreihen angewendet ergiebt, wenn wir 200,75 Schwefel = b setzen, für die Schwefelmengen die Reihe: b, b, ½b, 3b, 2b, 2b, b, b, b.

Für Selen	und	247,64 Selen = c, — c, c, c, 2c, 2c
„ Stickstoff	„	175,06 Stickstoff = e, — e, $\frac{1}{3}$e, $\frac{1}{6}$e, $\frac{1}{2}$e, $\frac{1}{3}$e, 2e, $\frac{1}{3}$e
„ Kohlenstoff	„	75,12 Kohlenstoff = f, — f, $\frac{1}{2}$f, $\frac{1}{2}$f, 2f, f, 2f
„ Chlor	„	443,28 Chlor = g, — g, $\frac{1}{2}$g, $\frac{1}{2}$g, $\frac{1}{2}$g, 3g, g, 3g, g, g, g
„ Phosphor	„	392,04 Phosphor = h, — h, h, $\frac{1}{6}$h, $\frac{1}{2}$h, $\frac{3}{4}$h
„ Kalium	„	488,86 Kalium = i, — i, i, 3i, i
„ Barium	„	855,29 Barium = k, — k, k, k
„ Silber	„	1349,66 Silber = l, — l, l, $\frac{1}{2}$l, 2l, l.

Man sieht hieraus, und je größer die Anzahl der unzerlegten Körper gewesen wäre, die wir zur Darstellung obiger Tabelle benutzt hätten, destomehr Beläge unserer Behauptung würde sie darbieten, daß wo das Quantitätsverhältniß zweier Körper in ihren Verbindungen mit einem zweiten Körper ein anderes ist, als in ihren Verbindungen mit einem ersten, die Quantitäten des variirenden Bestandtheiles wiederum in einem sehr einfachen multiplen Verhältnisse stehen und es sich mithin als allgemein gültiges Gesetz herausstellt, daß für jeden Körper eine bestimmte relative Gewichtsmenge existirt, in welcher oder in deren Multiplis er sich vorzugsweise mit den übrigen Körpern verbindet. —

Die Nothwendigkeit dieses Gesetzes überhaupt ergiebt sich aus dem was wir bereits beim 2. und 3. Gesetze erwähnten. Es ist klar, daß ein jeder einzelne Körper eine bestimmte wenn auch noch so geringe Bedeutung für das gesammte Naturleben besitzt und daß er mithin von dem Moment seiner Bildung an, als eine bestimmte Kraftäußerung allen übrigen Körpern gegenübertritt, in welcher Quantität und Qualität unzertrennlich mit einander verbunden sind, denn es ist ja die Quantität, die als gleichzeitig chemisch wirkend erscheint, nichts anderes als eine wesentliche Qualität des Körpers, als eine Qualität, durch welche der Körper erst das wird, was er wirklich ist: der Phosphor der die Phosphorsäure erzeugt ist ein anderer, als welcher die phosphorige Säure bildet, und daß nun zwischen den verschiedenen Naturkörpern ein ursprüngliches auch auf die wirkenden Quantitäten bezügliches Verhältniß stattfindet, ist ebenso eine unmittelbare Folge der der Gesammtnatur zu Grunde liegenden Idee, wie das bestimmte Verhältniß zwischen den einzelnen Theilen und deren Functio-

nen im Menschen-, Thier- und Pflanzen-Organismus. Denn es ist ja der Hauptunterschied zwischen dem Unorganischen und Organischen, daß das Unorganische erst in der Totalität seiner Einzelwesen als Organismus, als eine Vereinigung eigenthümlicher Zwecke und der zu ihrer Erreichung dienenden Mittel auftritt, während im Organischen jedes Einzelwesen selbst ein Organismus ist. —

Warum aber die Quantitätsverhältnisse in den verschiedenen Verbindungen nicht immer dieselben sind, sondern wiederum Multipla und Submultipla auftreten, bedarf keiner besonderen Erklärung, denn es steht diese Erscheinung in zu unmittelbarem Zusammenhange mit dem oben näher erörterten Gesetz der multiplen Proportionen und dem Umstande, daß nicht zwischen je zwei Körpern gleich viel und einander entsprechende Verbindungen vorhanden sind. So um nur auf ein Beispiel aufmerksam zu machen: Der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff in zwei Verhältnissen, 6,24 Wasserstoff mit 100 Sauerstoff geben Wasserstoffsuperoxyd, 12,48 Wasserstoff und 100 Sauerstoff bilden das Wasser. Vom Schwefel sind zwar ebenfalls zwei Verbindungen mit Wasserstoff bekannt, das Wasserstoffsulfid und Wasserstoffsupersulfuret, allein nicht die dem Wasserstoffsuperoxyd entsprechende, und es konnte daher, da letzteres als Ausgangspunkt für die Wasserstoffverbindungen gewählt wurde, in den Sauerstoff- und Schwefelverbindungen keine Uebereinstimmung der Zahlen stattfinden, hätten wir jedoch bei der Bildung jener Tabelle unter den Verbindungen des Wasserstoffs mit Sauerstoff das Wasser als Anhalt für sämmtliche Wasserstoffverbindungen gewählt, so würden wir in der Columne für Sauerstoff und Schwefel dieselbe Zahl 12,48 für Wasserstoff erhalten haben und es ist klar, daß es in ähnlicher Weise ein Leichtes gewesen

wäre, noch in vielen Fällen eine Uebereinstimmung der Zahlen herbeizuführen, allein es handelte sich hier um den Nachweis des in allen Fällen sich aussprechenden Gesetzes und für diesen war eine Uebereinstimmung mehr oder weniger ganz gleichgültig. —

Die Auffindung dieses Gesetzes, daß jeder Körper ein bestimmtes Mischungsgewicht hat, hat der Wissenschaft unberechenbare Vortheile durch die Uebersichtlichkeit gebracht, die es über die unzähligen chemischen Verbindungen ermöglichte, und durch die Controlle, der es die chemische Analyse unterwarf. —

Wie schon erwähnt ist das bestimmte Mischungsgewicht eines Körpers nicht absolut sondern nur relativ bestimmt; so wie in obiger Tabelle die Verbindungen von 100 Gewichtstheilen Sauerstoff als Ausgangspunkte dienten, konnten auch jede andere Quantität Sauerstoff oder jede beliebige Quantität irgend eines anderen Stoffes hierzu gewählt werden: die Zahlen der Tabelle würden dann sicherlich ganz anders ausgefallen, das Verhältniß zwischen ihnen jedoch genau dasselbe geblieben sein. Um daher zwischen den Arbeiten verschiedener Chemiker Uebereinstimmung herbeizuführen, mußte man sich über das als fest angenommene Mischungsgewicht eines Körpers einigen. Diese Einigung ist nun auch in so weit erfolgt, als nur die bestimmten Quantitäten zweier Körper der Berechnung der übrigen Mischungsgewichte zu Grunde gelegt werden. Die meisten Chemiker nämlich setzen das Mischungsgewicht des Sauerstoffs = 100, einige das des Wasserstoffs = 1; so daß nach diesen Festsetzungen das Mischungsgewicht der einzelnen Körper auch als die absolute Gewichtsmenge definirt werden kann, in welcher oder in deren Multiplis sich der Körper mit 100 Gewichtstheilen Sauerstoff oder 1 Gew.-

Theil Wasserstoff verbindet. Bei der Wahl dieser beiden Körper als Grundlagen der Bestimmung der Mischungsgewichte, hat jedoch keineswegs der Zufall gewaltet, sondern für jeden von ihnen sprechen besondere Gründe. Diejenigen, welche das Mischungsgewicht des Sauerstoffs = 100 setzen nnd darnach die Mischungsgewichte der übrigen Körper berechnen, stützen sich darauf, daß der Sauerstoff mit allen übrigen unzerlegten Körpern, das Fluor ausgenommen Verbindungen eingeht, die Sauerstoffverbindungen, die Oxyde, die bestuntersuchten und am häufigsten chemischen Untersuchungen unterliegenden sind, daher es mit großer Erleichterung und Bequemlichkeit verknüpft ist, immer nur genöthigt zu sein mit der leicht handzuhabenden 100 oder deren Multiplis zu rechnen. Der Vorwurf, daß durch die Beziehung der Mischungsgewichte aller übrigen Körper auf 100 Gewichtstheile Sauerstoff, im Allgemeinen sehr große Zahlen gewonnen würden, erscheint vollkommen ungerechtfertigt, denn einmal kann man sich, wo eine große Genauigkeit erfordert wird, nie mit der kurzen Zahl begnügen, sondern muß eine gewisse Anzahl Stellen des Decimalbruches bei der Rechnung in Anwendung nehmen, dann aber bleibt es Jedem unbenommen, wo es auf eine große Genauigkeit nicht ankommt, die Zahlen durch Division mit 10 oder 100 beliebig zu verkleinern. — Bei Anführung von Mischungsgewichten wird in Folgendem den nach dieser von jeder Hypothese sich fernhaltenden Methode bestimmten der Vorzug gegeben werden. Die Beziehung nämlich der Mischungsgewichte auf das = 1 gesetzte Mischungsgewicht des Wasserstoffs, wenn sie auch von vielen Chemikern nur der kleineren, leichter zu behaltenden Zahlen wegen angewendet wird, basirt ursprünglich auf dem von Prout proclamirten Naturgesetze, daß die Atomgewichte aller Körper gerade

Multipla von dem des Wasserstoffs seien, und daß die Abweichungen in den gefundenen Resultaten nur als Beobachtungsfehler betrachtet werden müßten. — Durch die Unterstützung Thomson's*) fand diese Ansicht namentlich in England viele Anhänger, die ihr jedoch durch Turner's an den Thomson'schen Zahlen vorgenommenen Prüfungen zum großen Theil wieder entzogen wurden. Durch die genauere von Dumas ausgeführte Bestimmung des Mischungsgewichtes des Kohlenstoffs, wonach als Mittelzahl aus 20 Versuchen sich für dasselbe die Zahl 75,0 ergab, die wenn man das doppelte Mischungsgewicht des Wasserstoffs, 12,48 auf 12,50 erhöht, gerade das 6fache desselben ist, fand sich dieser Chemiker zu dem erneuten Versuch veranlaßt dem Prout'schen Gesetze Geltung zu verschaffen, welcher jedoch bei den entgegenstehenden mit größter Genauigkeit und Umsicht ausgeführten Untersuchungen von Berzelius, Erdmann, Marchand, Marignac und Pelouze als ein mißglückter betrachtet werden muß, so daß Berzelius unbedingt Recht hat, wenn er der Meinung ist, daß in keinem Falle, wo sich das Mischungsgewicht eines unzerlegten Körpers einem Multiplum von dem eines anderen nähert, die Zahl der Versuche zu diesem Multiplum ausgeglichen werden dürfe. —

Wir werden später ausführlicher über die Hülfsmittel zu sprechen haben, welche sich dem Chemiker bei der Bestimmung der einzelnen Mischungsgewichte darbieten und stellen in folgender Tabelle diese nur als die Resultate der neuesten Forschungen nebeneinander, nachdem wir jedoch uns noch mit der chemischen Zeichenschrift bekannt gemacht haben.

Da alle chemischen Verbindungen, was immer für Ursprunges sie auch sein mögen unter dem Gesetze der

*) An attempt to establish the first principles of chemistry, 1825.

multiplen Proportionen und dem der Mischungsgewichte stehen, so ist hierdurch ein höchst bequemes Mittel gegeben, alle Verbindungen auf eine einfache und unzweideutige Weise die wir Berzelius verdanken, zu bezeichnen. —

Man bezeichnet nämlich im Allgemeinen einen jeden unzerlegten Körper durch den Anfangsbuchstaben seiner lateinischen Benennung, also Sauerstoff (oxygenium)* = O, Wasserstoff (hydrogenium) = H, Kalium (Kalium) = K ꝛc. Wo jedoch die lateinischen Benennungen zweier oder mehrerer Körper denselben Anfangsbuchstaben haben, hat Berzelius den einfachen Anfangsbuchstaben vorzugsweise für die nichtmetallischen Körper in Anwendung gebracht, für den zweiten hingegen die beiden ersten Buchstaben als Zeichen gewählt, so ist Fluor (Fluorum) = F, Eisen (Ferrum) = Fe, Sauerstoff = O, Osmium = Os. Haben endlich mehr als zwei Körper in ihrer lateinischen Benennung denselben Anfangsbuchstaben, so erhält nur der eine nichtmetallische diesen Buchstaben allein als Zeichen, während in der Bezeichnung der übrigen, diesem Anfangsbuchstaben noch der erste nicht gemeinschaftliche Buchstabe zugefügt wird. So erhalten wir für Kohlenstoff (carboneum), Chlor (chlorum), Chrom (chromium), Kupfer (cuprum), Cadmium (cadmium), Kobalt (cobaltum), Cer (cerium), Calcium (calcium), die Zeicheu C, Cl, Cr, Cu, Cd, Co, Ce, Ca, wo freilich für Calcium eine Ausnahme von der Regel stattgefunden hat; ebenso ergeben sich für Bor (Borum), Brom (Bromum), Beryllium (Beryllium), Wismuth (Bismuthum), Barium (Barium), folgende Zeichen B, Br, Be, Bi, Ba. —

Diese wenigen Beispiele werden genügen, um die Einfachheit des Princips an den Tag zu legen, nach welchem

---

*) cfr. p. 28.

überhaupt diese Zeichen gebildet werden. Wie aber in der Natur überall Qualität und Quantität unmittelbar mit einander verbunden sind, so hat man auch in der chemischen Zeichenschrift dem einzelnen Zeichen eine doppelte Bedeutung beigelegt: es bedeutet nämlich das einfache Zeichen nicht bloß einen gewissen Körper, sondern auch eine bestimmte Menge, nämlich ein Mischungsgewicht desselben: also O, H, Fe, Co, Bi bezeichnen in der chemischen Zeichenschrift ein Mischungsgewicht = M.-G. von Sauerstoff, Wasserstoff, Eisen, Kobalt, Wismuth.

Die Vervielfältigung des M.-G. wird entweder durch einen Coefficienten oder einen Exponenten oder einen Index angedeutet, so daß, da S das Zeichen für 1 M.-G. Schwefel (Sulphur) ist, $3S = S^3 = S_3$, 3 M.-G. Schwefel anzeigt; nur waltet zwischen diesen drei Bezeichnungsarten der Unterschied ob, daß während der Exponent und Index sich nur auf das Zeichen bezieht, bei welchem er steht, der Coefficient alle Zeichen bis zum nächsten plus (+) oder minus (—) vervielfältigt. Wir werden bald sehen, in wiefern es von Wichtigkeit ist, auf diese Unterscheidung aufmerksam gemacht zu haben. In den Verbindungen sehr vieler Körper kommen vorzugsweise doppelte Mischungsgewichte vor und es hat daher vortheilhaft geschienen, die Verdoppelung der Mischungsgewichte auf eine noch einfachere Weise anzudeuten, nämlich dadurch, daß man das Zeichen des Körpers im untern Drittel durchstreicht: so bezeichnet P 1 M.-G. Phosphor (Phosphorus), Ᵽ 2 M.-G., Al 1 M.-G. Aluminium (Aluminium), A̶l̶ 2 M.-G. u. s. f.

Um ferner die Verbindung zweier oder mehrerer Körper auszudrücken setzt man die Zeichen der einzelnen Bestandtheile entweder unmittelbar nebeneinander oder verbin-

det sie durch das Pluszeichen, also $SO = S + O$ drückt die Verbindung von 1 M.-G. S mit 1 M.-G. O aus und hier wird nun der Unterschied zwischen Coefficient und Exponent oder Index recht klar, denn $3SO = 3S + 3O$, dagegen $S^3O = S_3O = S^3 + O = S_3 + O = 3 S + O$. Bei den Verbindungen der ersten Ordnung wird der größern Kürze wegen die unmittelbare Nebeneinanderstellung der Zeichen der Verbindung derselben durch das Pluszeichen vorgezogen, wo hingegen bei den Verbindungen der zweiten Ordnung die letztere Art der Bezeichnung in vielen Fällen unvermeidlich ist z. B. $SO^3 + KO$ ist eine Verbindung von SO^3 (Schwefelsäure) mit KO (Kaliumoxyd). Jedoch um auch hier für die häufiger vorkommenden Verbindungen möglichst kurze und übersichtliche Bezeichnungen zu erhalten, hat man für Sauerstoff, Schwefel, Selen und Tellur noch einfachere Zeichen eingeführt. Es wird nämlich jedes M.-G. Sauerstoff durch einen Punkt (.), jedes M.-G. Schwefel durch einen senkrechten Strich (|), jedes M.-G. Selen = Se durch einen horizontalen Strich (—) und jedes M.-G. Tellur = Te durch ein Kreuz (+) angedeutet: es ist also $SO^3 = \dddot{S}$, $KO = \dot{K}$ mithin $SO^3 + KO = \dddot{S}\dot{K}$, $KS + Mo$ (Molybdän) $S^3 = \overset{|}{K}\overset{|||}{Mo}$, $KSe + Mo\ Se^3 = \overset{-}{K}\ \overset{---}{Mo}$, $KTe + Mo\ Te^3 = \overset{+}{K}\ \overset{+++}{Mo}$; wobei noch erwähnt zu werden verdient, daß in der Regel der basische Bestandtheil dem sauren vorangesetzt wird. —

In der folgenden Tabelle sind die sämmtlichen unzerlegten Körper zusammengestellt mit ihren Zeichen und Mischungsgewichten und zwar diese letzteren berechnet sowohl für O = 100 als für H = 1.

Tabelle*)

der Mischungs-Gewichte und Zeichen der unzerlegten Körper, in deren alphabetischen Ordnung.

Name des Körpers	Zeichen	M.-G. O=100	M.-G. H=1.
Aluminium	Al	170,90	13,689
Antimon	Sb	806,452	64,62
Arsenik	As	469,400	37,599
Barium	Ba	855,290	68,506
Beryllium (Glycium)	Be (G)	87,124	6,979
Blei	Pb	1294,654	103,702
Bor	B	136,204	10,91
Brom	Br	499,810	40,035
Cadmium	Cd	696,767	55,83
Calcium	Ca	251,651	20,157
Cerium	Ce	590,8	47,323
Chlor	Cl	221,64	17,753
Chrom	Cr	328,87	26,342
Didym	D	620,00	49,662
Eisen	Fe	330,527	26,475
Erbium	E		
Fluor	F	117,717	9,429
Gold	Au	1229,165	98,456
Jod	J	792,996	63,519
Iridium	Ir	1232,08	98,690
Kalium	K	488,856	39,157
Kiesel	Si	277,778	22,250
Kobalt	Co	368,65	29,529
Kohlenstoff	C	75,12	6,017

*) Die in dieser Tabelle angenommenen Zahlen sind im Allgemeinen die von Berzelius im 3. Bande p. 1237 seq. der 5. Auflage seines Lehrbuchs der Chemie aufgestellten, mit Ausnahme von Cerium, Didym und Lanthan, für welche die von Marignac berechneten Zahlen gewählt wurden. Wo die Zahlen fehlen sind die M.-G. noch nicht ermittelt. Daß ferner nicht das einfache, sondern das doppelte M.-G. des Wasserstoffs = 1 gesetzt wurde hat in der vielverbreiteten Ansicht seinen Grund, daß die Mischungsgewichte gleichzeitig als chemische Aequivalente zu betrachten seien, worüber in einem der folgenden Abschnitte ausführlicher gesprochen werden soll.

Name des Körpers	Zeichen	M.-G. O=100	M.-G. H=1
Kupfer	Cu	395,60	31,687
Lanthan	La	588,00	47,099
Lithium	Li	81,66	6,541
Magnesium	Mg	158,14	12,667
Mangan	Mn	344,684	27,609
Molybdän	Mo	596,10	47,748
Natrium	Na	289,729	23,207
Nickel	Ni	369,33	29,583
Niobium	Nb		
Norium	Nr		
Osmium	Os	1242,624	99,534
Palladium	Pd	665,477	53,305
Pelopium	Pe		
Phosphor	P	196,020	15,701
Platin	Pt	1232,08	98,690
Quecksilber	Hg	1251,29	100,228
Rhodium	Rh	651,962	52,222
Ruthenium	Ru		
Sauerstoff	O	100,00	8,01
Schwefel	S	200,75	16,08
Selen	Se	495,285	39,672
Silber	Ag	1349,66	108,108
Stickstoff	N	87,53	7,011
Strontium	Sr	545,929	43,729
Tantal	Ta	1148,365	91,984
Tellur	Te	801,76	64,215
Terbium	Tr		
Thorium	Th	743,86	59,583
Titan	Ti	301,55	24,154
Uran	U	742,875	59,504
Vanadin	V	856,892	70,637
Wasserstoff	H	6,24	0,5
Wismuth	Bi	1330,377	106,563
Wolfram	W	1183,36	94,787
Yttrium	Y	402,51	32,241
Zink	Zn	406,591	32,568
Zinn	Sn	735,294	58,897
Zirconium	Zr	419,728	33,620

VI.
Isomerismus, Polymerismus und Metamerismus.

Die im vorigen Abschnitte angeführten, den Quantitäts-Verhältnissen der chemischen Verbindungen zu Grunde liegenden Gesetze, geben zu mehreren höchst interessanten und für das Verständniß der chemischen Erscheinungen wichtigen Betrachtungen Veranlassung.

So zunächst kann der Satz „dieselbe chemische Verbindung enthält stets dieselben Bestandtheile in demselben Mengenverhältnisse" leicht zu der Meinung führen, als müsse aus der Aufeinanderwirkung je zweier Körper in demselben Mengenverhältnisse stets dasselbe Produkt hervorgehen. Allein es läßt sich dies nur insofern behaupten, als auch die Umstände, unter denen die Körper aufeinander wirken dieselben sind; ist dies nicht der Fall, so kann der neu entstehende Körper so verschiedene Eigenschaften besitzen, daß er, wiewohl aus denselben Bestandtheilen gebildet, nicht mehr als ein und derselbe Körper betrachtet werden kann. Faraday war der erste, welcher auf diese Verschiedenheit bei gleicher Zusammensetzung in den Kohlenwasserstoffverbindungen aufmerksam machte, worauf die Entdeckung der verschiedenen Modificationen der Phosphorsäure, des Zinnoxyds, des festen und gasförmigen Chlorcyans und endlich die gleiche Zusammensetzung der Traubensäure und Weinsäure, die Aufmerksamkeit der Chemiker noch mehr auf diesen Gegenstand lenkte. Man nannte solche Verbindungen aus denselben Bestandtheilen aber mit verschiedenen Eigenschaften, **isomere** Körper oder Modificationen (ἴσος gleich, μέρος Theil) und die Erscheinung selbst, dieses verschiedene Verhalten bei gleicher Zusammensetzung, **Isomerismus**.

Die Entdeckung des Isomerismus hat unter den Chemikern ein großes Aufsehen erregt, jedoch sucht man in den chemischen Lehrbüchern vergebens eine genügende Erklärung desselben, wiewohl er bei genauer Betrachtung, durchaus mit dem Wesen des Chemismus, wie sich dieses aus seinen allgemeinen Erscheinungsformen zu erkennen giebt, im vollsten Einklange steht. — Es ist bereits darauf hingewiesen worden, daß sämmtliche Körper nach den ihnen ursprünglich inwohnenden chemischen Tendenzen in indifferente Körper, Säuren, Basen und Salze eingetheilt werden müssen. Diese ursprünglichen, den chemischen Character einer Substanz bestimmenden Tendenzen sind aber, gleich den physikalischen Eigenschaften, bis zu einem gewissen Grade von den Umständen abhängig und Veränderungen unterworfen, die sich allerdings in den meisten Fällen mehr auf die Intensität als Qualität des Prozesses beziehen. So können wir uns zunächst keine Substanzveränderung ohne mechanische Bewegung, ohne ein inneres Erbeben des Körpers durch seine ganze Masse hindurch denken, denn der neue Körper besitzt andere Formen, anderes specifisches Gewicht, andere Farben u. s. f. Indem wir daher durch Erwärmen oder mit Hülfe eines Auflösungsmittels die Cohäsion eines Körpers überwinden, oder auch nur schwächen, ihn aus den festen in den flüßigen oder gasförmigen Zustand überführen, erleichtern wir es seinem Streben nach Substanzveränderung zur Erscheinung zu gelangen und der Körper wird nun eine stärkere Verwandschaft zu besitzen *scheinen*, als er im festen Zustande hatte. — Die chemische Thätigkeit eines Körpers tritt hier als die Summe zweier entgegengesetzten Größen, Streben nach Substanzveränderung und Streben nach Substanzerhaltung auf, und indem die Umstände auf letzteres schwächend wirken üben sie nur auf die

Intensität der Erscheinung, nicht aber auf das Product einen Einfluß aus, da ja an der chemischen Verwandschaft selbst Nichts verändert wurde; daher die Gleichartigkeit der aus gleichen Bestandtheilen, aber unter verschiedenen Umständen dargestellten Verbindungen. Aber der Einfluß der Umstände beschränkt sich in allen Fällen nicht bloß auf Wegräumen und Hervorrufen von Hindernissen, sondern es findet, namentlich bei den mit unbestimmt ausgesprochenen chemischen Characteren begabten Körpern auch eine quantitative, ja selbst qualitative Veränderung ihres Strebens nach substantieller Veränderung (ihrer chemischen Verwandschaft) statt. So erscheinen in ihrer Wechselwirkung mit Sauerstoff, Eisen und Mangan als Basen bildende Metalle und doch erzeugen sie unter Umständen auch deutlich characterisirte Säuren; die Quantitäten Sauerstoff sind in den Basen und Säuren allerdings verschieden und wir mögen immerhin die größere Menge Sauerstoff als Ursache betrachten, daß die höheren Sauerstoffverbindungen saure Eigenschaften besitzen, aber es liegt hier auch jedenfalls eine Aenderung der chemischen Tendenz des Metalles zu Grunde, der zu Folge das eine Mal mehr Sauerstoff in die Verbindung eingeht als das andere Mal. Wenn wir Eisen im Sauerstoffgase verbrennen, wo also letzteres in hinreichender Menge vorhanden ist, bildet sich dennoch nur Oxyd und Oxydul, also Basen, in Folge der ursprünglichen Tendenz, wohingegen die Gegenwart einer starken Base die Tendenz der Säurenbildung im Eisen hervorruft und die Bildung der Eisensäure durch Aufnahme von mehr Sauerstoff veranlaßt. Hier haben wir also einen Fall von qualitativer Veränderung der chemischen Verwandschaft, dieselben Körper (Fe und O) suchen unter verschiedenen Umständen aufeinander wirkend, verschiedene Producte zu erzeugen.

Unter den Prozessen der sogenannten prädisponirenden Verwandschaft sind Fälle dieser Art sehr häufig. Noch häufiger geschieht es, daß eine quantitative Veränderung der chemischen Tendenz eines Körpers stattfindet. Fast zwischen je zwei Körpern existiren mehrere Verbindungen, die bald mehr oder weniger indifferent sind, wie namentlich die Kohlenwasserstoff-Verbindungen, bald Reihen aus indifferenten zu immer deutlicher ausgesprochenen Säuren oder Basen darstellen, so daß also die ursprünglich vorhandene Tendenz zur Säuren- oder Basenbildung eine Steigerung durch die Umstände erfahren hat. Auch hier sind wieder die relativen Quantitäten der sich verbindenden Körper verschieden, aber eben daß die Verbindungen in verschiedenen Quantitätsverhältnissen erfolgen, muß seinen Grund in einer veränderten chemischen Verwandschaft haben. — Wenn Phosphor unter Wasser geschmolzen, mit Sauerstoff in Berührung gebracht, Phosphoroxyd giebt, an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur sich in phosphorige Säure umwandelt, dagegen entzündet zu Phosphorsäure verbrennt, so kann man den Grund dieser verschiedenen Erfolge nicht in der größeren oder geringeren Quantität des auf den Phosphor einwirkenden Sauerstoffs suchen, die ja in den letzten beiden Fällen ganz dieselbe ist, sondern es hat offenbar die dem Phosphor inwohnende Tendenz zur Säurenbildung durch erhöhte Temperatur eine Steigerung erfahren, wodurch dann wieder die Aufnahme einer größeren Menge Sauerstoff zur Realisirung jener Tendenz sich erklärt.

Noch deutlicher als die bisher erwähnten Thatsachen beweisen die Fälle, wo die Körper bereits in einem dem chemischen Prozesse vortheilhaften Aggregat-Zustande, dem flüssigen oder gasförmigen sich befinden und die Verbindung dennoch erst nach Erwärmen, Beleuchten u. s. w. er-

folgt, wie das Versetzen der Körper unter die mannigfaltigsten Umstände, bei unsern chemischen Arbeiten nicht nur den Zweck hat, die innere Beweglichkeit zu erhöhen und dadurch das Hervortreten der chemischen Verwandschaft zu erleichtern, sondern daß wir hierbei eine wirkliche Steigerung dieser letzteren verursachen. Schwefel läßt sich bei gewöhnlicher Temperatur mit Quecksilber nur durch anhaltendes Reiben vereinigen, auch wenn er bis zu seinem Schmelzpunkte erhitzt ist nur sehr langsam, dagegen bei noch stärkerem Erhitzen wobei er aus seinem dünnflüssigen Zustande in einen dickeren übergeht, vereinigt er sich, ebenso wie im gasförmigen Zustande mit diesem Metall rasch und vollständig. Concentrirte englische Schwefelsäure und Quecksilber wirken erst aufeinander ein, nachdem sie anhaltend einer Temperatur von 70 — 75° (C.) ausgesetzt werden und erst bei 155° wird diese Einwirkung so stark, daß die Entwickelung der schwefligen Säure an aufsteigenden Gasblasen wahrgenommen werden kann*).

Chlor und Wasserstoff verbinden sich bei gewöhnlicher Temperatur nur wenn sie dem Lichte ausgesetzt werden. Sauerstoff und Wasserstoff verbinden sich erst bei Glühhitze. Fügen wir hier noch hinzu daß die Verbindung gewisser Körper mit anderen nur möglich ist oder doch bedeutend erleichtert wird, wenn sie in statu nascenti aufeinander wirken, so können wir aus allen diesen Thatsachen keinen

---

*) Die Bestimmung dieser Temperaturen geschah zu einem anderen Zwecke, und da ein blankes Kupferblech das bequemste Mittel ist, sich von der Anwesenheit eines Quecksilbersalzes zu überzeugen, wurde zunächst die Schärfe desselben in Bezug auf schwefelsaures Quecksilberoxyd untersucht und gefunden, daß durch eine Auflösung dieses Salzes auf blankem Kupferblech noch ein Quecksilberfleck erzeugt wird, wenn sie nur 1/237839 ihres Gewichtes schwefelsaures Quecksilberoxyd enthält.

anderen Schluß ziehen, als daß die chemische Thätigkeit eines Körpers, je nach den Umständen unter denen er sich befindet, die mannigfachsten Veränderungen erleidet.

So einfach indeß dieser Schluß erscheint, so muß doch hervorgehoben werden, daß er von einzelnen, sogar der hervorragendsten Chemiker nicht gezogen wird. In Gmelins Handbuche der Chemie findet sich folgender Ausspruch: „Man kann nicht sagen, daß die Stoffe, welche sich in der Kälte nicht vereinigen, eine zu geringe Affinität gegen einander haben, um etwa die Cohäsion oder Elasticität überwinden zu können, und daß durch höhere Temperatur die Affinität vermehrt und dadurch über jene hemmenden Kräfte Meister würde. Sonst müßten die so bei höherer Temperatur erzeugten Verbindungen in der Kälte, wo die Affinität schwächer wäre und durch jene Kräfte besiegt würde, wieder zerfallen. Am auffallendsten ist der Fall, daß sogar gasförmige Stoffe, wie Sauerstoff und Wasserstoff, zu ihrer Vereinigung einer höheren Temperatur bedürfen. Wie in solchen Fällen eine höhere Temperatur die Verbindung befördert, ist noch nicht genügend erklärt." — Es ist merkwürdig, wie ein Mann wie Gmelin einen solchen Ausspruch thun kann, durch welchen die Thatsache auf das Entschiedenste der Theorie geopfert wird, denn nur für den Atomisten ist bei abnehmender Temperatur oder überhaupt beim Aufhören der Einflüsse, durch welche die Verbindung zweier Körper veranlaßt wurde, die Trennung nothwendig, da es nur immer die Atome der verschiedenen Körper sind, auf welche jene Einflüsse wirken. Aber dieses Zerfallen der Verbindung ist für die Atomistik eine conditio sine qua non und das Fortbestehen ist der schlagendste Beweis gegen diese Theorie, denn wenn die Verbindung durch gleichzeitige Substanzveränderung der auf einander wirkenden Körper

besteht, ist ein solches Zerfallen durchaus nicht nöthig, da nun ein Körper entstanden ist, der gegen Wärme u. s. w. seinen eignen Gesetzen folgt; so findet bei der Aufeinanderwirkung von Sauerstoff und Wasserstoff, die steigende Temperatur diese beiden Gasarten, die abnehmende hingegen Wasser vor. —

Ist es somit klar und haben wir uns durch die angeführten Thatsachen überzeugt, daß die chemischen Tendenzen eines Körpers je nach den Umständen eine qualitative und quantitative Veränderung erleiden können, so ergiebt sich die Erklärung des Isomerismus von selbst. Es beruht nämlich der Isomerismus offenbar darauf, daß in den isomeren Modificationen, die die Verbindung constituirenden Körper in verschiedenen Graden der Erregung enthalten sind. Es läßt sich z. B. voraussehen, daß der Schwefel der Schwefelsäure (SO^3) mit derselben Menge eines und desselben Metalles, ein in mancher Beziehung anderes Schwefelmetall bilden wird, als der Schwefel der schwefligen Säure (SO^2) und der Ausspruch Dumas „L'isomerie, comme toutes les grandes lois naturelles, loin de se présenter seulement dans quelques circonstances tranchées, peut revêtir une foule de nuances, et parait capable d'atteindre tous les corps d'une manière plus ou moins profonde" erscheint vollkommen gerechtfertigt. —

Läßt mithin die Gleichheit der Bestandtheile nur dann auf Gleichheit der Verbindungen schließen, wenn auch die Bildungsverhältnisse dieselben waren, und muß bei der großen Mannigfaltigkeit der letzteren der Isomerismus eine sehr bedeutende Rolle im Gebiete der chemischen Erscheinungen spielen, so ist es doch andrerseits außerordentlich schwierig, ja ehe nicht für die Abhängigkeit der chemischen Tendenzen von den Umständen, bestimmte Gesetze gefunden

sind, fast unmöglich, in allen Fällen zu bestimmen, ob Isomerismus vorhanden sei oder nicht, denn wie wir erwähnten, hat der Aggregatzustand auf das Hervortreten der chemischen Verwandtschaft einen bedeutenden Einfluß und es ist klar, daß dieser Einfluß nicht nur an die 3 Hauptformen des Aggregatzustandes gebunden sein wird, sondern daß auch die Modificationen einer und derselben Form sich in größerer oder geringerer Bereitwilligkeit zu chemischer Action aussprechen werden, so daß z. B. bei festen Körpern, die durch verschiedene Gestaltung bedingte Verschiedenheit im chemischen Verhalten leicht für Isomerismus gehalten werden kann.

Diese Schwierigkeit der Entscheidung ob Isomerismus oder nicht, so wie der Umstand, daß sehr viele als isomer betrachtete Körper sich als polymer erwiesen und der Polymerismus, über welchen wir bald ausführlicher sprechen werden, für keiner besonderen Erklärung bedürftig erachtet wurde, tragen unstreitig die Schuld, daß der Isomerismus überhaupt das Interesse der Chemiker in einem sehr untergeordneten Maße erregt hat. Berzelius ist fast der einzige welcher sich bemühte, eine Erklärung für die Erscheinung des Isomerismus zu finden. Wie alle Atomisten glaubte er zunächst den Grund des verschiedenen Verhaltens gleich zusammengesetzter Körper in einer verschiedenen Gruppirung der Atome oder in einem verschiedenen Grade der Innigkeit ihrer Verbindung suchen zu müssen; allein es mußte sich ihm wohl selbst die Frage aufdrängen, welches ist die Veranlassung der verschiedenen Gruppirung der Atome und wodurch läßt sich ein verschiedener Grad der Innigkeit ihrer Verbindung erkennen: Die Annahme von Atomen allein trägt offenbar nichts zur Entscheidung dieser Frage bei, sondern es muß außerdem vorausgesetzt werden, daß diese Atome

unter veränderten Umständen, veränderte Eigenschaften besitzen. Berzelius giebt nun zwar allerdings zu, daß die chemische Verwandtschaft oder Vereinigungskraft der Körper von den Umständen abhängig ist, unter denen sie sich befinden, denn er sagt ausdrücklich „die Vereinigungskraft ist bei vielen Körpern, namentlich den Grundstoffen, gleichsam schlummernd. Sie wird aber geweckt, wenn sie erhitzt werden, und sie steigt mit dem Wärmegrad, entweder so, daß sie beständig zunimmt, oder daß sie, nachdem sie bei einem gewissen Wärmegrad ihr Maximum erreicht hat, darüber hinaus sehr rasch abnimmt und zuletzt ganz vernichtet wird*). Wir können uns nicht damit einverstanden erklären, die chemischen Tendenzen eines Körpers, da wo sie nicht unmittelbar zur Erscheinung kommen als schlummernd zu betrachten**), aber abgesehen hiervon, liegt in jenen Worten unstreitig die von uns gegebene Erklärung des Isomerismus. Berzelius hat jedoch merkwürdiger Weise diese Erklärung nicht gesehen oder nicht sehen wollen und einen Grund für den Isomerismus angenommen, der selbst eines Grundes, mindestens einer Begründung bedarf. Für den Isomerismus nämlich im engsten Sinne des Wortes, d. h. für diejenigen Fälle von Verschiedenheit zweier aus denselben relativen und absoluten Mengen derselben Bestandtheile hervorgegangenen Verbindungen, bei denen die Verschiedenheit sich nicht durch eine verschiedene Anordnung der einzelnen Bestandtheile, wie bei den metameren Modificationen erklären läßt, also z. B. bei allen isomeren Verbindungen der 1. Ordnung, findet Berzelius den Grund darin, daß mehrere Grundstoffe die sonderbare Eigenschaft besitzen, un-

---

*) Berz. Lehrbuch der Chemie 5. Auflage 1. Bd. p. 11.

**) Müller, Berzelius Ansichten p. 25.

ter dem Einfluß gewisser, noch nicht ermittelter Umstände, ungleiche äußere Beschaffenheit oder Formen anzunehmen, welche sie auch, wie es scheint, in manchen Verbindungen behalten und die dann eine Ursache der Verschiedenheit in den Eigenschaften der Verbindungen werden können. „Das am längsten bekannte Beispiel von solchen ungleichen Formen eines Grundstoffs ist der ungleiche Zustand des Kohlenstoffs im Diamant und in der Holzkohle oder dem ausgeglühten Lampenruß. Ueber die Ursache dieser Verschiedenheit in den Eigenschaften eines Grundstoffs können wir uns noch keine wahrscheinliche Vorstellung machen; wir wollen dieses Verhältniß Allotropie nennen und sagen, der Grundstoff, die Kohle befinde sich in der Holzkohle und im Diamant in ungleichen allotropischen Zuständen" (ἀλλότροπος ungleichbeschaffen)*). —

Wie aber Berzelius mittelst der allotropischen Zustände der unzerlegten Körper den Isomerismus ihrer Verbindungen erklärt, geht recht deutlich aus den Erscheinungen hervor, welche der Phosphor darbietet. Auch bei diesem werden nämlich allotropische Modificationen unterschieden: 1. der Phosphor in seiner gewöhnlichen Form, worin er ungefärbt, durchsichtig und in der Kälte krystallinisch ist, so wie ausgezeichnet durch seine rauchende, langsame Oxydation in der Luft; und 2. die rothe Modification, in welche er durch Einwirkung des Sonnenlichts übergeht, selbst im luftleeren Raume des Barometers. Derselbe raucht oder oxydirt sich nicht in der Luft, und kehrt durch Destillation in seine gewöhnliche Form wieder zurück. — Berzelius glaubt nun, daß der Isomerismus des Phosphoroxydes und der Phosphorsäure, darin seinen Grund habe, daß das gelbe Phos-

*) Berz. Lehrb. d. Ch. 1 Bd. p. 16.

phoroxyd, welches sich bei gewöhnlicher Lufttemperatur bildet, so wie die durch Einwirkung von Salpetersäure auf Phosphor dargestellte Phosphorsäure, den gewöhnlichen Phosphor enthalten, in dem dunkelrothen Phosphoroxyde hingegen, welches beim Verbrennen des Phosphors in der Luft neben Phosphorsäure sich bildet, so wie in der Pyrophosphorsäure, die rothe Modification des Phosphors sich befindet. —

Die Art und Weise wie Berzelius diese neue Bezeichnung für die verschiedenartige Beschaffenheit der Grundstoffe einführt, läßt deutlich erkennen, daß er selbst keineswegs der Ansicht ist, die Erscheinung des Isomerismus genügend erklärt zu haben, sondern daß er nur glaubt, durch Hervorhebung einer bis dahin nicht genug beachteten Thatsache diese Erklärung angebahnt zu haben. Allein indem er die verschiedene physikalische Beschaffenheit als Ursache einer chemischen Verschiedenheit annahm, hat er sich im Gegentheil von der Wahrheit immer mehr entfernt und durch die weite Begriffsbestimmung von Allotropie der Anwendung von Scheinerklärungen Thür und Thor geöffnet. — Der Ausdruck isomer soll eine chemische nicht physikalische Verschiedenheit gleichzusammengesetzter Körper bezeichnen, welche erstere sich entweder durch eine deutlich verschiedene chemische Tendenz (subacid, indifferent, subbasisch, sauer, basisch, neutral) oder durch verschiedene Mischungsgewichte zu erkennen giebt. Soll nun für die unzerlegten Körper, bei welchen sobald man sie als Elemente betrachtet, von gleichen Bestandtheilen nicht die Rede sein kann, allotropisch dasselbe ausdrücken, wie isomer für die zusammengesetzten, so darf es sich ebenfalls nur auf die unter Umständen veränderten chemischen Eigenschaften dieser Körper beziehen. Allein schon das als Prototyp von Allotropie gewählte Beispiel beweist,

daß Berzelius bei Einführung dieses Ausdrucks vielmehr an eine physikalische als an eine chemische Verschiedenheit gedacht hat, denn Holzkohle, Lampenruß und Diamant können nur als physikalisch verschieden betrachtet werden, indem die Verschiedenheit in ihrem chemischen Auftreten offenbar nur von dem verschiedenen Aggregatzustande dieser 3 Substanzen abhängt; nirgends zeigt die eine von ihnen eine andere chemische Tendenz als die anderen, nirgends verbindet sich der Diamant in einem anderen M.-G. als die Holzkohle und der Ruß: die Kohlensäure ist dieselbe, sie mag aus was immer für einer Form des Kohlenstoffs gewonnen worden sein. Daß aber der Begriff der Allotropie als des Ungleichbeschaffenseins eines und desselben Grundstoffes ein sehr unbestimmter ist, bedarf keines besonderen Beweises, denn man wird schwerlich von allotropischen Zuständen sprechen wollen, wenn ein und derselbe Körper durch verschiedene Darstellungsmethoden das eine Mal in ausgebildeten Krystallen, das andere Mal als krystallinisches Pulver, das dritte Mal im geschmolzenen, jeder Anzeichen von Krystallisation entbehrenden Zustande erhalten wird, wie weit darf nun aber das Ungleichbeschaffensein nur gehen, um als Allotropie betrachtet werden zu müssen? —

Fassen wir nun zusammen, was wir pag. 67 und 76 über die einheitliche Verbindung von Qualität und Quantität in den verschiedenen Körpern als chemischen Agentien, pag. 39 u. folg. über die verschiedenen chemischen Qualitäten, pag. 88 u. folg. über den Einfluß der obwaltenden Verhältnisse auf diese Qualitäten, endlich p. 68 über die unter verschiedenen Umständen als gleichzeitig wirkend auftretenden Quantitäten eines und desselben Körpers angeführt haben, so erhalten wir einen Begriff von dem Umfange des Isomerismus und es wird uns klar, welche Ver-

schiedenheiten im chemischen Verhalten isomerer Körper möglich sind. Es ist nämlich zwischen je zweien durch die Wechselwirkung derselben Stoffe unter verschiedenen Umständen erzeugten Körpern eine 3fache Verschiedenheit, also eine 3fache Form des Isomerismus denkbar:

1. Der eine der isomeren Körper besitzt ein absolut größeres Streben nach Substanzveränderung als der oder die anderen isomeren Modificationen, wobei jedoch die Richtung dieses Strebens so wie die gleichzeitig wirkenden Quantitäten dieselben geblieben sind. — Der Isomerismus dieser Art ist gewiß sehr häufig, denn Jeder, der sich nur einigermaßen mit chemischen Arbeiten beschäftigte, wird sehr oft die Bemerkung gemacht haben, wie ein und dasselbe Präparat auf verschiedene Art dargestellt, mehr oder weniger zu Zersetzungen oder zu Verbindungen mit andern Körpern bereit ist, allein es ist unendlich schwer in diesen Fällen mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob diese größere Bereitwilligkeit zur chemischen Action eine Folge der gesteigerten Tendenz nach Substanzveränderung oder der geschwächten Tendenz nach Substanzerhaltung ist. Als Beispiele dieser Art von Isomerismus werden im Allgemeinen betrachtet: das selbstentzündliche und nicht selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas PH^3, das Aluminiumoxydhydrat, $Al^2O^3 + 3H^2O$; durch Alkalien aus den Verbindungen des Aluminiumoxydes mit Säuren niedergeschlagen ist es in verdünnten Säuren leicht löslich, wohingegen das aus der Auflösung von Aluminiumoxyd in Kalilösung krystallisirte Aluminiumoxyd-Hydrat in Säuren schwerlöslich ist; Chromoxyd Cr^2O^3 vor dem Glühen in Säuren löslich, nach dem Glühen unlöslich; die antimonsauren Salze ebenso wie auch der Gadolinit vor und nach dem Glühen sich ähnlich dem Chromoxyd verhaltend. — Unter den unzer-

legten Körpern bieten sich ähnliche Erscheinungen dar beim Kiesel, Bor, Chrom, welche vor dem Glühen sich leicht, nach dem Glühen hingegen nur sehr schwierig mit Sauerstoff verbinden, weshalb sie von Berzelius als in allotropischen Zuständen befindlich bezeichnet werden. Auch beim Schwefel hat Frankenheim 3 allotropische Zustände unterschieden*); der gelbe octaëdrisch krystallisirte Schwefel $S\alpha$, der braune prismatische $S\beta$ und der braune, weiche und zähe Schwefel $S\gamma$**). Die beiden letzteren Modificationen werden durch bestimmte erhöhte Temperaturen erzeugt, können aber einmal hervorgebracht einige Zeit hindurch fortbestehen, ehe sie sich wiederum in den gelben Schwefel $S\alpha$ umwandeln. — Es würden ferner hierher zu rechnen sein, wenn man sie überhaupt als isomer betrachten darf, alle diejenigen Fälle, wo ein und derselbe Körper je nach seiner Bildung verschiedene Löslichkeit und verschiedenes spec. Gewicht besitzt, wie die von vielen als isomer betrachteten Modificationen der Kieselsäure, der arsenigen Säure u. a. Unserer Ansicht nach jedoch liegt die Ursache dieser Erscheinungen in dem durch Umstände modificirten Gestaltungstriebe, daher wir auch erst bei Betrachtung der verschiedenen Aggregationsformen und ihres Zusammenhanges mit dem chemischen Verhalten, ausführlicher darauf zurückkommen werden. — Das Phosphorwasserstoffgas in seinem selbstentzündlichen und nichtselbstentzündlichen Zustande würde das schönste Beispiel dieser Gruppe isomerer Körper sein, wenn nicht schon die Versuche Graham's, wonach nur $\frac{1}{10000}$ bis $\frac{1}{1000}$, des Volumens einer Stickstoff-Sauerstoff-

*) Journ. für pract. Chemie XVI. 1.

**) Diese Bezeichnungsart der allotropischen oder isomeren Modificationen durch Anhängung der griechischen Buchstaben α, β, γ, δ ꝛc. findet eine immer weitere Anwendung und ist entschieden jeder anderen auf gewisse Hypothesen sich stützenden vorzuziehen.

verbindung hinreichend ist, das nichtselbstentzündliche Gas in selbstentzündliches zu verwandeln, so wie der Umstand, daß das selbstentzündliche Gas bei längerem Aufbewahren über Quecksilber sehr häufig seine Selbstentzündlichkeit verliert, es wahrscheinlich machten, daß die ungleiche Zersetzbarkeit beider Gase nicht dem Isomerismus, sondern vielmehr einer fremden Beimengung im selbstentzündlichen zuzuschreiben sei, was auch durch P. Thenard zur Gewißheit erhoben wurde, indem er zeigte, daß die Eigenschaft des Gases selbstentzündlich zu sein allein davon abhängt, daß demselben eine, wenn auch nur sehr geringe Menge des flüssigen Phosphorwasserstoffes $H^2 P$, die nicht mehr als $\frac{1}{500}$ vom Gewichte des Gases zu betragen braucht, beigemengt ist. Aus dieser geringen Menge und daraus, daß der flüssige Phosphorwasserstoff an der Luft sich selbst entzündet und durch das Licht zersetzt wird, erklären sich alle früheren zum Theil mit einander im Widerspruche stehenden Angaben auf das Genügendste. —

Betrachtet man aber auch die übrigen als isomer angenommenen Modificationen und ihre Bildungsweise etwas genauer so entsteht das Bedenken, ob in allen den angeführten Beispielen Isomerismus d. h. nur durch die verschiedenen Bildungsverhältnisse erzeugte Verschiedenheit im chemischen Verhalten vorausgesetzt werden darf. Mit Ausnahme des leicht oder schwer sich in Säuren lösenden Thonerde-Hydrats werden die übrigen isomeren Modificationen aus einer gegebenen durch einfaches Erhitzen dieser bis zu einem bestimmten Temperatur-Grade erzeugt. Kiesel, Bor, Chrom sind in dem Zustande, in welchem sie sich leicht mit dem Sauerstoff verbinden, sehr fein pulverförmige Körper, geglüht und zum Sauerstoff fast keine Verwandtschaft zeigend, bilden sie zusammengesinterte oder geschmolzene Klum-

pen. Chromoxyd und die antimonsauren Salze sind vor dem Glühen fein-, nach dem Glühen grobkörnige harte Pulver und der Uebergang aus dem löslichen in den unlöslichen Zustand wird durch eine Feuererscheinung bezeichnet, nach welcher zugleich die Farbe der Körper sich verändert zeigt. Die β und γ Modificationen endlich des Schwefels gehen bei gewöhnlicher Temperatur wieder in die α Modification über. — Nach diesem Allen wird es mehr als wahrscheinlich, daß die in den verschiedenen isomeren Modificationen der einzelnen Körper und Verbindungen auftretende graduelle Verschiedenheit der Tendenz nach substantieller Veränderung, nicht auf einer unmittelbaren Veränderung dieser Tendenz selbst beruht, sondern durch Modificationen in der Tendenz nach Substanzerhaltung bedingt wird *). — Betrachten wir einen Körper nur als chemisches Agens, als eine chemische Kraft, so wird es sich allerdings gleichbleiben, ob seine chemische Activität die Folge einer gesteigerten Tendenz nach Substanzveränderung oder der geschwächten Tendenz nach Substanzerhaltung ist, allein wo es sich um das Verständniß einer Erscheinung handelt, wird man wohl nicht in Abrede stellen, daß es von der größten Wichtigkeit ist, die wahre Ursache der gesteigerten oder geschwächten chemischen Activität eines Körpers ermittelt zu haben. Es ist nun aber die erste Frage, welche sich uns aufdrängt die: sind die Verschiedenheiten im chemischen Verhalten der hier angeführten Körper (das Thonerdehydrat

*) Es bedarf wohl kaum einer Rechtfertigung, daß wir in jedem Körper neben dem Streben nach Substanzveränderung, als sich von selbst verstehend auch ein Streben nach Substanzerhaltung annehmen, denn ohne dieses würde jenes das Auftreten bestimmter Körper ganz unmöglich machen. Welches aber die Erscheinungsformen und Gesetze sind in und nach welchen das Streben nach Substanzerhaltung wirkend auftritt, kann erst später ausführlicher erörtert werden.

stets ausgenommen) von der Art, daß der veränderte Aggregatzustand zur Erklärung derselben unzureichend ist? und diese Frage müssen wir entschieden mit nein beantworten. — Daß Eisen durch Wasserstoffgas reducirt pyrophorisch ist d. h. mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommend, sich unter Erglühen mit dem Sauerstoff derselben verbindet, während es im geschmolzenen oder geschmiedeten Zustande in trockner Luft unverändert aufbewahrt werden kann, ist eine längst bekannte Thatsache, durch welche sich jedoch kein Chemiker für berechtigt erachtet hätte verschiedene allotropische Zustände beim Eisen anzunehmen, und doch ist hier die Verschiedenheit im chemischen Verhalten eben so bedeutend, wenn nicht bedeutender als beim ungeglühten und geglühten Kiesel, Bor und Chrom.

Was aber die übrigen Körper anbetrifft, so wollen wir nicht in Abrede stellen, daß durch die erhöhte Temperatur auch ihre ursprüngliche chemische Tendenz sehr bedeutend verändert werde, denn hierfür sprechen einmal die sorgfältig untersuchten, sehr wesentlichen Unterschiede im Verhalten der Schwefel-Modificationen, welche sich nicht blos auf die äußere Form, sondern auch auf das specifische Gewicht, auf die specifische Wärme u. s. w. beziehen, dann aber auch das Erglühen und die Farbenveränderung des Chromoxydes und der antimonsauren Salze, welche offenbar eine so bedeutende Umänderung ihrer Aggregation beweisen, daß es höchst unwahrscheinlich ist, daß ihre chemische Tendenz gar nicht sollte alterirt worden sein. Allein wie aus der bei gewöhnlicher Temperatur stets sehr bald erfolgenden Rückverwandlung von Sβ und Sγ in Sα deutlich hervorgeht, daß jeder durch bestimmte Einflüsse veränderter Körper, nach Entfernung dieser Einflüsse das Bestreben hat in seinen ursprünglichen Zustand zurückzukehren, so sind wir

auch gezwungen anzunehmen, daß das Chromoxyd, die antimonsauren Salze u. s. w. nach Eintritt der gewöhnlichen Temperatur-Verhältnisse in chemischer Beziehung wiederum in den Zustand zurückkehren, in welchem sie sich vor der Erhitzung befanden, und daß wenn dies bezüglich ihrer Aggregationsform nicht der Fall ist, hieran nur die an sich sehr bedeutende Tendenz der Substanzerhaltung Schuld ist, welche einer derartigen Form- und damit verbundenen Veränderung der Löslichkeits-Verhältnisse hinderlich in den Weg tritt. — Mit einem Wort, es erscheint uns durchaus unzulässig, da wo zwei Modificationen eines Körpers sich durch einfache physicalische Processe, oder überhaupt ohne vorhergegangene Zesetzung oder Verbindung mit einem dritten Körper und darauf erfolgter Wiederzusammensetzung oder Ausscheidung in einander umwandeln lassen, wie es beim Chromoxyd und den antimonsauren Salzen der Fall ist, Isomerismus, d. h. Verschiedenheit im chemischen Verhalten bei Gleichheit der Bestandtheile anzunehmen, denn wurde auch die Tendenz nach Substanzveränderung durch die Umstände erhöht oder geschwächt, so muß sie bei Eintritt der früheren Verhältnisse auch wieder auf ihren ursprünglichen Grad zurückkehren. Daher von den oben angeführten Beispielen nur das auf verschiedene Weise erhaltene Thonerdehydrat als dieser Kategorie des Isomerismus angehörig betrachtet werden kann, da der Umstand, daß das unkrystallinische aus der Verbindung mit Säuren gefällt wird, das krystallisirte hingegen sich aus einer alkalischen Flüssigkeit ausscheidet, allerdings verändernd auf das chemische Verhalten der Thonerde einzuwirken im Stande ist.

2. Die Tendenz nach Substanzveränderung ist in den isomeren Modificationen nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ verschieden, d. h. die isomeren Modificationen ge-

hören entweder verschiedenen Körperklassen (Salz, Säure, Basis, indifferent) an, oder wenn ein und derselben, so ist doch der chemische Charakter der Classe in der einen schärfer ausgeprägt als in der anderen. —

In diese Kategorie des Isomerismus gehört nach Rose*) das Zinnoxyd a und b, $Sn\ O^2a$ und $Sn\ O^2b$. Oxyd a nennt Rose die Modification, welche aus einer Lösung von Zinnchlorid oder Zinnchloridhydrat durch Ammoniak gefällt wird; Oxyd b die aus Zinn und Salpetersäure entstehende. In Folge seiner größeren Löslichkeit in Salpeter-, Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure würde man den basischen Charakter in $Sn\ O^2a$ für deutlicher ausgesprochen halten können als in $Sn\ O^2b$. Rose, welcher auch den Zinnstein und das geglühte Zinnoxyd als fernere isomere Modificationen betrachtet, ist nicht geneigt, die Verschiedenheit der Oxyde a und b von einer verschiedenen Sättigungscapacität derselben als Säuren abzuleiten. — Nach Fremy**) hingegen würden die verschiedenen Zinnoxyde nicht dieser sondern der folgenden Form des Isomerismus angehören. Er bezeichnet die Oxyde als Säuren und nennt Zinnsäure schlechthin die durch Zersetzung des Zinnchlorids erhaltene Modification, also das Oxyd a, Metazinnsäure aber die aus Einwirkung von Salpetersäure auf Zinn gebildete oder das Oxyd b. Nach ihm beruht aber die Verschiedenheit der beiden Zinnsäuren in einem veränderten M.-G., indem die Zinnsäure sich stets in einer durch $Sn\ O^2$ ausgedrückten Quantität mit Basen verbindet, wohingegen das M.-G. der Metazinnsäure fünfmal so groß sei, also durch $5Sn\ O^2 = Sn^5\ O^{10}$ bezeichnet werden müßte. —

*) Pogg. Ann. LXXV. 6.

**) Annales de chimie et de physique XXIII. 393.

Das ausgezeichnetste hierhergehörige Beispiel von Isomerismus bieten die Tartrylsäure (Weinsäure) und Traubensäure; beide haben die Zusammensetzung $C^4H^4O^5$ beide das M.-G. 825,44. Welche von beiden Säuren die stärkere ist, ist schwer zu entscheiden, da zwischen den Salzen beider eine überraschende Aehnlichkeit stattfindet. Trotzdem müssen sie als zwei bestimmt verschiedene Säuren betrachtet werden, die sich durch folgende Merkmale von einander unterscheiden, die Krystalle der Tartrylsäure sind geschobene Prismen mit rectangulärer Basis, dem monoklinoëdrischen Systeme angehörend, die Krystalle der Traubensäure sind geschobene Prismen mit rhombischer Basis, dem triklinoëdrischen Systeme angehörig. Die Krystalle der Tartrylsäure werden beim Erhitzen electrisch polarisch, ähnlich dem Turmalin, die der Traubensäure nicht. Die Tartrylsäure ist viel leichter in Wasser löslich als die Traubensäure, daher aus einer gemischten Auflösung diese zuerst und jene zuletzt herauskrystallisirt. Zu ihrer Unterscheidung und Trennung in den Salzen bedient man sich des Umstandes, daß traubensaure Kalkerde schwerer löslich ist als schwefelsaure Kalkerde, während tartrylsaure Kalkerde fast eben so löslich ist, wie die letztere. Man bereitet sich daher eine gesättigte Lösung von schwefelsaurer Kalkerde in Wasser. Diese Lösung wird nicht durch eine Lösung von Tartrylsäure oder von einem Salze derselben gefällt, aber die Lösung von Traubensäure oder einem Salze derselben bewirkt darin nach einigen Augenblicken einen Niederschlag*). — Es ist bisher noch nicht gelungen die eine dieser Säuren in die andere umzuwandeln**). —

*) Berzelius Lehrb. d. Chemie 5. Aufl. 4. Bd. 204.

**) Cf. Recherches sur les propriétés specifiques des deux acides qui composent l'acide racémique; par Pasteur. — Annales de chimie et de physique T. XXVIII. p. 56.

Auch eine Allotropie würde diese Kategorie des Isomerismus aufzuweisen haben, wenn man den von Draper aus seinen Untersuchungen über das Chlor*) gezogenen Schlüssen beistimmen könnte. Draper fand nämlich, daß eine Lösung von im Dunkeln bereitetem Chlor in Wasser, im Dunkeln aufbewahrt, keine weitere Veränderung als eine durch Abdunstung der Sperrflüssigkeit verursachte Verminderung des Chlorgehaltes erlitt. Wird die Chlorflüssigkeit aber 10 Minuten lang dem Sonnenlichte ausgesetzt, so beginnt das Chlor unter Bildung von Chlorwasserstoffsäure und Entwickelung von Sauerstoff das Wasser zu zersetzen, welche Zersetzung dann auch nach wiederum abgehaltenem Sonnenlichte, im Dunkeln mehrere Tage hindurch wiewohl abnehmend fortfährt und aufhört noch lange, ehe alles Chlor verschwunden ist. Während also bei abgehaltenem Lichte die Tendenz des Chlor's zur Säurenbildung nicht mächtig genug ist, das Zerfallen des Wassers in Sauerstoff und Wasserstoff zu veranlassen, um durch die Verbindung mit Wasserstoff die Säurenbildung zu ermöglichen, wird dieselbe durch den Einfluß des Sonnenlichtes bis zu diesem Grade gesteigert. Dieses chemisch erregtere Chlor nennt Draper actives und bezeichnet es durch $Cl\alpha$, während das im Dunkeln bereitete $Cl\beta$ als passives unterschieden wird. — Daß hier das Chlor vor und nach der Einwirknng des Sonnenlichtes anders beschaffen ist, kann nicht geläugnet werden, aber faßt man dieses *Andersbeschaffensein* als Allotropie auf, so ist man genöthigt dem Begriff derselben eine Ausdehnung zu geben, welche ihm Berzelius ursprünglich sicherlich nicht zugedacht hat, denn überall, wo die Wechselwirkung zweier Körper nur unter gewissen Bedingungen statt findet, muß man alsdann den

*) Philos. Mag. XXVII. 327.

Grund dieses verschiedenen Verhaltens in der durch die Verschiedenheit der Umstände in beiden Körpern oder auch nur in einem veranlaßten Allotropie suchen. Es fällt alsdann allerdings die Erklärung des Isomerismus mit der hier gegebenen zusammen, daß nämlich die Ursache des Isomerismus die durch Verschiedenheit der Umstände veranlaßte verschiedene chemische Erregung der aufeinanderwirkenden Körper ist; allein dieses Andersbeschaffensein unter anderen Umständen ist selbst noch nicht Isomerismus und wenn wir Berzelius recht verstehen, auch nicht Allotropie, sondern so wie der Isomerismus das verschiedene chemische Verhalten aus denselben Bestandtheilen erzeugter Verbindungen unter denselben Umständen ist, so kann auch die Allotropie nur als das dauernd Andersbeschaffensein eines und desselben unzerlegten Körpers unter denselben Umständen aufgefaßt werden*). — Eine solche dauernde Verschiedenheit aber des vom Lichte getroffenen und nicht getroffenen Chlor's ist man keineswegs anzunehmen berechtigt, da von dem Augenblicke an, in welchem die Lichteinwirkung aufhört, die chemische Einwirkung des Chlors auf das Wasser schwächer zu werden beginnt. Draper folgert daraus, daß je länger das Chlorwasser dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen, desto größer und rascher die dann auch im Dunkeln fortdauernde Gasentwickelung ist, daß es zwischen den beiden angeführten Chlormodificationen noch dazwischenfallende Zustände von stufenweise zunehmen-

*) Beiläufig sei hier bemerkt, daß der Ausdruck Allotropie, insofern darunter das chemisch Andersbeschaffensein nicht nur unzerlegter, sondern auch zusammengesetzter Körper unter denselben Umständen verstanden würde, wohl verdiente als die generelle Bezeichnung der hier in Rede stehenden Erscheinung eingeführt zu werden, von welcher der Isomerismus nur als eine specielle Form zu betrachten ist. —

der Activität gebe; welche Folgerung jedoch Berzelius sehr einfach durch die Annahme widerlegt*), daß die Einwirkung des Sonnenlichtes eine gewisse Zeit erfordert, so daß beim Eintritt des Lichtes in das Gefäß die der Wandung desselben zunächst gelegenen Theile zuerst die Veränderung erleiden und eine längere Zeit erforderlich ist, ehe sämmtliche Theile durch Ortswechsel die unmittelbare Einwirkung des Lichtes erfahren können. — Diese Widerlegung der Draperschen Ansicht kann jedoch gleichzeitig als Beweis gegen die allotropischen Zustände des Chlors überhaupt betrachtet werden, denn daß die chemische Thätigkeit des Chlors durch gewisse Umstände, wie z. B. durch erhöhte Temperatur gesteigert wird, ist eine allgemein bekannte Thatsache, und der hier in Rede stehende Fall unterscheidet sich von ähnlichen dieser Art nur durch die Länge der Zeit, innerhalb welcher das erregende Mittel wirken muß um einen bestimmten Grad der Erregung im Chlor hervorzurufen, sowie dadurch, daß nach Entfernung des erregenden Mittels die durch dasselbe veranlaßte Erregung nicht plötzlich sondern in stufenweiser Abnahme auf den ursprünglichen Grad zurückkehrt. — Die wissenschaftliche Bedeutung der Draper'schen Versuche liegt demnach nicht sowohl in der Bereicherung unserer Kenntnisse von dem Verhalten des Chlors unter gewissen Umständen, sondern, was sie bei Weitem wichtiger erscheinen läßt, in der erweiterten Einsicht, welche sie in die Wirkungsweise des Lichtes gestatten, und die von Draper gegebene Erklärung dürfte geeignet sein, es recht klar hervortreten zu lassen, wie das überall und jeder Zeit bereite Wort „Allotropie" durch die von ihm gewährte Scheinerklärung ein tieferes Eingehen in das Wesen der Erscheinungen zu verhindern im Stande ist. —

*) Jahresbericht XXVI. 136.

3. Die bei der Bildung eines Körpers obwaltenden Umstände veranlassen eine solche Veränderung seiner Qualitäten, daß damit auch eine Aenderung seiner Quantitätsbeziehungen verbunden ist, d. h. die relative Gewichtsmenge, in welcher er mit anderen Körpern in Verbindung tritt eine andere wird. — Polymerismus. —

Von solchen isomeren Körpern, welche sich durch eine verschiedenartige Tendenz nach Substanzveränderung unterschieden, konnten wir nur sehr wenig hinreichend constatirte Beispiele anführen, zahlreicher hingegen sind die Fälle, in denen aus denselben Bestandtheilen in derselben relativen Menge, Verbindungen gebildet werden, die neben verschiedenen anderen Eigenschaften auch ein anderes Mischungsgewicht besitzen. Der Grund für die größere Häufigkeit dieser Fälle liegt nicht fern, es ist offenbar derselbe, der die bestimmten Mischungsgewichte der einzelnen Körper und das Gesetz der multiplen Proportionen bedingte.

Wie im vorhergehenden Abschnitte auseinander gesetzt wurde, ist die jedesmal gleichzeitig chemisch wirkende relative Quantität eines Körpers auf's Innigste mit dessen übrigen Qualitäten zu einer Einheit verknüpft, so daß sie selbst nur als eine seiner wesentlichsten Eigenschaften betrachtet werden kann und es ist einleuchtend, daß eine Veränderung aller übrigen Eigenschaften ohne Alterirung des Mischungsgewichtes nur in sehr engen Grenzen möglich sein wird, daher denn auch das seltene Auftreten des innerhalb dieser Grenzen sich bewegenden Isomerismus. Bei irgend tiefergreifenden Veränderungen seiner chemischen Eigenschaften, wird der Körper sogleich auch die Tendenz äußern, in anderen relativen Gewichtsmengen mit anderen Körpern in Wechselwirkung zu treten, d. h. er wird ein anderes Mischungsgewicht besitzen, und so wie uns das

Gesetz der multiplen Proportionen belehrte, daß wenn zwei Körper sich in mehreren Verhältnissen mit einander verbinden, die Quantitäten der einzelnen Bestandtheile in diesen verschiedenen Verbindungen in einem sehr einfachen multiplen Verhältnisse stehen, so läßt sich auch voraussehen, daß wo mehrere aus denselben Bestandtheilen, in denselben relativen Gewichtsmengen, aber unter verschiedenen Umständen gebildete Verbindungen, verschiedene Mischungsgewichte besitzen, zwischen diesen Mischungsgewichten ein sehr einfaches, dem der multiplen Proportionen analoges Verhältniß, statt finden wird, wie dies auch in der That der Fall ist.

Die Zahl der bekannten polymeren Verbindungen ist sehr groß und mögen hier nur die wichtigeren Erwähnung finden.

Von Chlor und Cyan sind 3 Verbindungen bekannt, eine gasförmige, flüssige und feste. Von diesen sind die gasförmige und feste, näher untersucht und analysirt, und haben sich als aus gleichen Quantitäten Chlor und Cyan bestehend ergeben: sie enthalten nämlich beide in 100 Theilen 57,493 Chlor und 42,507 Cyan. Allein während das M.-G. des gasförmigen Chlorcyans 384,29 = Cy Cl ist, ist das M.-G. der festen Verbindung 3mal so groß nämlich 1142,87 = 3 Cy Cl = Cy^3 Cl^3*. — Diese letzte

*) Was die Darstellung und die Eigenthümlichkeiten dieser beiden Chlor-Cyan-Verbindungen anbetrifft so wird hier auf Berzelius, Lehrbuch der Chemie 5. Auflage Bd. I. p. 340 verwiesen. Es liegt nicht im Zweck dieser Schrift specielle Beschreibungen der angeführten Körper zu liefern, da theils die Kenntniß derselben vorausgesetzt wird, theils auch jedes bessere Handbuch der Chemie hierüber Aufschluß giebt, daher die Darstellung und Einzelnheiten im chemischen oder physicalischen Verhalten nur dann erwähnt werden sollen, wenn sich daran ein besonderes Interesse knüpft.

Formel drückt zugleich die Art und Weise aus, wie die polymeren Verbindungen in der Zeichenschrift von einander unterschieden werden, es geschieht dies nämlich dadurch, daß man die mit einem höheren Mischungsgewichte behafteten als aus den so oftmal vervielfältigten Mischungsgewichten der einzelnen Bestandtheile, hervorgegangen darstellt, als das M.-G. der einen Verbindung größer ist, als in der andern. Das M.-G. des festen Chlorcyans ist 3mal so groß als das des gasförmigen, daher die Anzahl der M.-G. der einzelnen Bestandtheile in diesem, in der Formel für das feste mit 3 zu multipliciren sind; ist mithin wie hier angenommen, das gasförmige Chlorcyan Cy Cl, so ist das feste $Cy^3\ Cl^3$; setzt man aber, wie dies von vielen Chemikern geschieht, das gasförmige = Ꞓy Ꞓl = $Cy^2\ Cl^2$, so muß für das feste die Formel $Ꞓy^3\ Ꞓl^3 = Cy^6\ Cl^6$ angenommen werden. — Es verdient hier noch bemerkt zu werden und wird aus der Bildungsweise dieser Formeln klar, daß wenn auch im Allgemeinen jedes Zeichen in einer Formel die bei der Bildung des durch letztere ausgedrückten Körpers, ursprünglich wirksame Quantität der Substanz, welcher dasselbe angehört, darstellt, dies in den Formeln für die polymeren Verbindungen nicht nothwendigerweise der Fall ist. Die Formel SO^2 für die schweflige Säure, zeigt an, daß auf je ein M.-G. S, 2 M.-G. O verschwanden, allein nicht so ist es unbedingt nothwendig, daß bei der Bildung des Körpers $Cy^3\ Cl^3$ immer je drei M.-G. der Bestandtheile zugleich auf einander wirkten, sondern es kann dieser Körper auch aus der Aufeinanderwirkung der einfachen M.-G. entstanden sein, nur drückten die bei der Bildung obwaltenden Umstände, dem entstehenden Körper die Eigenschaft auf, im 3fachen M.-G. seinerseits zu wirken. So wird das M.-G. der Schwefelsäure durch SO^3 aus-

gedrückt, allein unter Umständen bildet die Säure saure Salze, in denen sie mit dem doppelten M.-G. enthalten ist, also für diese Umstände kann ihr M.-G. durch S^2O^6 ausgedrückt werden, ohne daß es erlaubt wäre anzunehmen, daß die ursprünglich bei der Bildung der Schwefelsäure wirksamen Quantitäten wirklich die doppelten gewesen sein.

Ein schönes Beispiel von Polymerismus bieten ferner die Cyansäure, Paracyansäure (Knallsäure) und Cyanürsäure, deren Formeln sind:

Cyansäure $= Cy^2 O (+ H^2 O)$
Paracyansäure $= Cy^4 O^2 (+ 2 H^2 O)$
Cyanürsäure $= Cy^6 O^3 (+ 3 H^2 O)$.

Sie sind sämmtlich nur in ihren Verbindungen mit Wasser ($H^2 O$) bekannt, dessen Gehalt in den Hydraten wie aus den beigefügten in Parenthese eingeschlossenen Formeln hervorgeht, in dem Verhältniß von 1 : 2 : 3 M.-G. wächst. In ihren Salzen wird dieses Wasser entweder ganz oder theilweis durch Basen ersetzt*).

Das höchste Interesse aber nehmen als polymere, oder isomere Körper überhaupt, die verschiedenen Modificationen der Phosphorsäure in Anspruch, von welcher H. Rose mit Recht bemerkt: „Keine Substanz bietet in jeder Hinsicht dem Chemiker bei der Untersuchung mehr Schwierigkeiten dar, als die Phosphorsäure. Je länger und anhaltender man sich mit dem Verhalten dieser Säure beschäftigt, um desto mehr wachsen die Schwierigkeiten. Bei jeder erneuten Untersuchung findet der Chemiker neue Anomalien, und neue räthselhafte Erscheinungen zeigen sich vielfältig, während die älteren bekannten noch lange nicht ge-

---

*) A. Schrötter, die Chemie nach ihrem gegenwärtigen Zustande 1. Bd. p. 516.

nügend erklärt sind.*) — Die ausgezeichnetsten Chemiker haben sich anhaltend mit den verschiedenen Phosphorsäuren beschäftigt und es ist vorzugsweise H. Rose, welchem wir das weiteste Vordringen unserer Einsicht in das Verhalten derselben verdanken. An diesen Schwierigkeiten, welche bei Untersuchung der Phosphorsäure zu überwinden waren, hat entschieden der Umstand sehr wesentlich Schuld, daß in den verschiedenen Modifikationen der Phosphorsäure, gleichzeitig Isomerismus der 3. und 2. oder 1. Form auftritt, also gleichzeitig Polymerismus und Isomerismus im engsten Sinne des Wortes, darunter nur ein verschieden starkes oder verschiedenartiges Streben nach Substanzveränderung verstanden. —

Es werden gewöhnlich 3 Modifikationen der Phosphorsäure unterschieden, nämlich

1) die gewöhnliche oder c. Phosphorsäure,
2) die Pyro = = b. Phosphorsäure,
3) die Meta = = a. Phosphorsäure.

Die Verschiedenheiten dieser 3 Säuren bestehen in Folgendem. Die wässerige Auflösung der gewöhnlichen Phosphorsäure fällt weder salzsauren Baryt und Kalk, noch Eiweiß, und giebt nach der Neutralisation mit einem Alkali einen gelben Niederschlag mit salpetersaurem Silberoxyd. Die Auflösung der Pyrophosphorsäure fällt ebenfalls weder salzsauren Baryt und Kalk, noch Eiweiß, giebt aber nach Neutralisation mit einem Alkali mit Silberlösung einen weißen Niederschlag. Endlich die Auflösung der Metaphosphorsäure fällt Chlorbarium und Chlorcalcium, coagulirt das Eiweiß nnd giebt, auch ohne vorher mit einem Alkali neutralisirt zu sein, mit salpetersaurem Silberoxyd einen weißen, gallertartigen Niederschlag. —

*) Pogg. Ann. Bd. LXXVI. p. 1.

Graham fand, daß diese 3 Säuren stets mit einer gewissen Menge Wasser verbunden sind und sich durch eine der Wassermenge entsprechende Sättigungscapacität unterscheiden, welche als die nächste Ursache der verschiedenen Reactionen betrachtet werden muß. Es ist nämlich die

gewöhnliche Phosphorsäure $= P^2O^5 + 3H^2O$.
Pyrophosphorsäure $= P^2O^5 + 2H^2O$.
Metaphosphorsäure $= P^2O^5 + H^2O$.

Die Menge der Base nun, mit welcher sich die Phosphorsäure auf nassem Wege verbindet', richtet sich ganz nach der Menge des Wassers, welche sie enthält, indem jedes M. G. Wasser durch ein M. G. Base ersetzt wird. So verbindet sich die Phosphorsäure im ersten Hydrat*) (Metaphosphorsäure) mit nicht mehr als 1 M. G. Natron (N a O), die im zweiten Hydrat (Pyrophosphorsäure) mit nicht mehr als 2 M. G. Natron, wenn man auch 3 und mehr M. G. zugesetzt hat; dagegen das dritte Hydrat (gewöhnliche Phosphorsäure) sich stets, wo sich die Gelegenheit dazu bietet, mit 3 M. G. Natron verbindet' Ist aber das Natron nicht in hinreichender Menge vorhanden um alles Wasser zu ersetzen, so bleiben die nicht vertretenen M. G. dieses letzteren in dem neu entstehenden Salze, so daß wir in der Wechselwirkung dieser Säuren mit Natron folgende Fälle unterscheiden können:

gewöhnliche Phosphorsänre	$P^2O^5 + 3H^2O$
	$P^2O^5 + NaO, 2H^2O$
	$P^2O^5 + 2NaO, H^2O$
	$P^2O^5 + 3NaO,$
Pyrophosphorsäure . . .	$P^2O^5 + 2H^2O$

*) Hydrat wird im Allgemeinen jede chemische Verbindung des Wassers genannt. Ueber die wichtige Rolle, welche das Wasser in diesen Verbindungen spielt, wird später ausführlich die Rede sein. —

$$P^2O^5 + NaO, H^2O$$
$$P^2O^5 + 2\ NaO.$$

Metaphosphorsäure. $P^2O^5 + H^2O$
$$P^2O^5 + NaO.$$

Betrachtet man mithin das Wasser ebenfalls als Base, so enthalten die gewöhnlich phosphorsauren Salze stets 3 M. G. Base, die pyrophosphorsauren 2 M. G., die metaphosphorsauren 1 M. G. daher auch die gewöhnliche Phosphorsäure als 3 basische, die Pyrophosphorsäure als 2 basische, die Metaphosphorsäure als 1 basische bezeichnet wird. Handelt es sich aber um die Bestimmung des M. G. der Phosphorsäure, so wird man offenbar ein sehr verschiedenes Resultat erhalten, jenachdem man die eine oder die andere Modifikation dieser Bestimmung zu Grunde legt, denn das M. G. der 3 basischen Säuren kann nur ein Bruchtheil von dem der 2 und 1 basischen sein. Aus verschiedenen anderweitigen Gründen wird nuu die Gewichtsmenge Phosphorsäure in den dreibasischen Salzen als das einfache M. G. derselben betrachtet und durch P^2O^5 ausgedrückt, dann wird aber das M. G. der Pyrophosphorsäure = $1\frac{1}{2}\ P^2O^5 = P^3O7^1/^2$, das der Metaphosphorsäure = $3\ P^2O^5 = P^6O^{15}$, so daß also wiederum zwischen diesen Phosphorsäuren ein entschieden polymeres Verhältniß stattfindet. —

H. Rose hat nun ferner bei diesen einzelnen polymeren Modifikationen und zwar vorzugsweise bei der Metaphosphorsäure und Pyrophosphorsäure, isomere Submodifikationen unterschieden. Von der Metaphosphorsäure sind mit Bestimmtheit 3 isomere Modifikationen nachgewiesen worden. Die erste dieser Modifikationen ist die Säure, welche in dem sogenannten Grahamschen metaphosphorsauren Natron enthalten ist, welches man durch Schmelzen des

sauren phosphorsauren Natrons und des phosphorsauren Ammoniak-Natrons (des mikrokosmischen Salzes) erhält. Nach dem Schmelzen muß die Abkühlung bald, nicht langsam erfolgen. Die Auflösung dieses Salzes reagirt bekanntlich neutral oder doch ganz außerordentlich wenig sauer, und zeichnet sich besonders dadurch aus, daß sie mit den neutralen Auflösungen sehr vieler Salze der Erden und Metalloxyde Fällungen giebt, die gewöhnlich in einem Uebermaaß des Natronsalzes auflöslich sind, und die merkwürdige Eigenschaft besitzen beim Schütteln zu einer schweren dickölartigen Masse zusammenzufließen. Die Auflösung des Salzes selbst giebt keinen Niederschlag mit einer verdünnten und filtrirten Auflösung von Eiweiß; es erscheint aber sogleich eine reichliche dicke Fällung beim Zusetzen von Essigsäure.*)

Als eine zweite Modifikation der Metaphosphorsäure kann die Säure in den merkwürdigen Salzen gelten, welche Fleitmann und Henneberg aus dem sauren phosphorsauren Natron oder vielmehr aus dem mikrokosmischen Salze durchs Schmelzen und sehr allmähliges Erkalten darstellen.**) Es hat ganz die Zusammensetzung der metaphosphorsauren Salze, das heißt es enthält auf 1 M. G. der Base 1 M.-G. Säure, ist daher wie das Grahamsche Salz zusammengesetzt, unterscheidet sich aber von ihm durch Undurchsichtigkeit und krystallinische Structur. Aus der Auflösung erhält man es krystallisirt mit 4 M. G. Wasser, während das Grahamsche Salz nicht zum Krystallisiren gebracht werden kann. Die Auflösung reagirt, wie die des

*) Pogg. Annalen LXXVI. 2.

**) Annalen der Chem. und Pharm. Bd. 65. p. 304.

Grahamschen Salzes neutral. — Die merkwürdigste Eigenschaft der Säure dieses Salzes ist die, mit allen Basen in Wasser auflösliche Verbindungen zu geben, wodurch sie sich von allen Modificationen der Phosphorsäure wesentlich unterscheidet. —

Die dritte Art der Metaphosphorsäure ist die Säure in den früher sogenannten sauren phosphorsauren Salzen, die in Wasser und Säuren unlöslich sind.*)

Rose glaubt, daß außer den 3 erwähnten Modificationen der Metaphosphorsäure noch mehrere vorhanden sind und betrachtet zunächst als vierte, die durch Verbrennen des Phosphors in trockner atmosphärischer Luft oder in Sauerstoffgas entstehende, da sie sich in ihrer Auflösung auf eine andere Weise verhält, wie die anderen Modificationen. —

Rose ist geneigt das verschiedene Verhalten der Metaphosphorsäure, nicht sowohl dem Isomerismus, als vielmehr dem Metamerismus, über welchen wir bald ausführlich sprechen werden, zuzuschreiben, indem es ihm vielleicht zweckmäßig erscheint, die verschiedenen Submodificationen der Metaphosphorsäure als gepaarte Säuren zu betrachten, weil dann ihr verschiedenes Verhalten gegen Reagentien genügender erklärt werden kann. Es kann nach ihm der Paarling wasserfreie Phosphorsäure sein, die sich in verschiedenen Verhältnissen mit Pyrophosphorsäure oder mit Phosphorsäure verbinden kann, wodurch die vielen Modificationen der Metaphosphorsäure entstehen. Dieser Paarling allein hat vielleicht nur die Eigenschaft, das Ei-

---

*) Diese Salze sind in neuerer Zeit von Maddrell untersucht worden, Ann. d. Ch. u. Ph. Bd. 61. 53.

weiß zu fällen, wodurch allen Arten der Metaphosphorsäure diese Eigenschaft mitgetheilt wird.*) —

Auch bei der Pyrophosphorsäure muß man nach Rose mindestens zwei Submodifikationen annehmen. Es giebt nämlich zwei verschiedene Arten der pyrophosphorsauren Salze. Die eine Art bildet das bekannte pyrophosphorsaure Natron, das durchs Glühen des cphosphorsauren Natrons (H^2O, $2\,NaO + P^2O^5$) entsteht, und die Salze die durch Zersetzung aus diesem Natronsalze erzeugt werden können. Die zweite Art entsteht auf eine ähnliche Weise, wie die unlöslichen metaphosphorsauren Salze von Maddrell; wenn man nämlich Salze mit einem Ueberschuße von Phosphorsäure erhitzt, aber nicht bei so starker Hitze, dßa metaphosphorsaure Verbindungen entstehen können. So wird wenigstens durch Behandlung von salpetersaurem Kupferoxyd mit Phosphorsäure ein Kupferoxydsalz erzeugt, das dem unlöslichen metaphosphorsauren Kupferoxyd ähnlich ist, namentlich eine ähnliche Unlöslichkeit wie dieses besitzt. Aber die Säure aus demselben läßt sich leicht durch Schwefelwasserstoffgas isoliren, und in ihrer wäßrigen Aufiösung hat sie dieselben Eigenschaften wie die Auflösung der gewöhnlichen Pyrophosphorsäure. — Diese Modification der Phosphorsäure und ihre Salze sind noch sehr wenig untersucht. —

Aehnliche Verhältnisse wie bei der Phosphorsäure kommen bei der tellurigen und Tellur-Säure**) so wie auch bei der Antimonsäure***) vor.

Besonders häufig tritt der Polymerismus in den

---

*) Pogg. Ann. LXXVI. 13.

**) Berzelius Lehrb. d. Chemie. Bd. 2. p. 237.

***) Annales de chimie et de physique XXIII. 404.

Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, so wie im Allgemeinen in den organischen Verbindungen auf, nnd mögen von den vielen hierher gehörenden Beispielen nur folgende erwähnt werden:

Methylen = C^2H^4
Aetherin = C^4H^8
Faraday's Gas aus Oel = C^8H^{16}
Ceten = $C^{32}H^{64}$
ferner: Citronenöl = $C^{10}H^{16}$
Terpentinöl = $C^{20}H^{32}$
dann: Naphtalin = $C^{20}H^{16}$
Paranaphtalin = $C^{30}H^{24}$

Daß endlich auch die unzerlegten Körper nicht immer in demselben Mischungsgewichte Verbindungen eingehen, davon ist im V. Abschnitte ausführlich die Rede gewesen und wurde daselbst p. 67 u. folg. besonders hervorgehoben, daß wo ein Körper je nach verschiedenen Umständen oder nach Verschiedenheit der auf ihn einwirkenden Körper verschiedene Mischungsgewichte besitzt, diese in einem einfachen multiplen Verhältnisse zu einander stehen. Wirken Phosphor und Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur auf einander, so verschwinden auf je 100 Gew. Th. Sauerstoff 130,680 Gew. Th. Phosphor und das Resultat ist phosphorige Säure, dahingegen bei erhöhter Temperatur nur 78,408 Gew. Th. Phosphor sich ebenfalls mit 100 Gew. Th. Sauerstoff zu Phosphorsäure verbinden. Das M. G. des Phosphors ist also aus der phosphorigen Säure berechnet 130,680, aus der Phosphorsäure gefolgert 78,408, welche zwei Zahlen sich wie 5 : 3 verhalten. Das M. G. des Schwefels ist aus seinen Verbindungen mit Sauerstoff berechnet 200,75, aus denen mit Wasserstoff nur 100,375

und das Verhältniß zwischen beiden wie 2 : 1. — Wären wir nun im Stande einem Körper durch die verschiedene Art seiner Darstellung die Fähigkeit zu ertheilen, unter denselben Umständen in verschiedenen Mischungsgewichten Verbindungen einzugehen, könnten wir also z. B. den Phosphor so darstellen, daß sich bei gewöhnlicher Temperatur nur 78,408 Gew. Th. oder bei erhöhter Temperatur 130,680 Gew. Th. mit 100 Gew. Th. Sauerstoff verbänden, so böte uns derselbe ein Beispiel von Allotropie unter der Form des Polymerismus. — Allein so einfach auch die Aufgabe zu sein scheint, so ist es doch bis jetzt noch nicht gelungen derartige allotropische Zustände bei einem unzerlegten Körper hervorzurufen, ja bei gründlicherer Ueberlegung erscheint es sehr zweifelhaft, ob dies je gelingen wird. Bereits p. 103 wurde darauf hingewiesen, daß auf directem Wege, also durch unmittelbare Einwirkung der allgemeinen Potenzen, Licht, Wärme, Electricität, Magnetismus es unmöglich ist überhaupt allotropische Zustände d. h. dauernde chemische Verschiedenheiten unter denselben Verhältnissen in irgend einem Körper zu veranlassen, denn das cessante causa cessat effectus wird stets sein Recht behalten und die durch gewisse Bedingungen hervorgerufenen Verschiedenheiten, mögen dieselben noch so bedeutend sein, werden mit dem Aufhören jener Bedingungen immer wieder verschwinden. — Nur dadurch also, daß man ein und dieselbe Verbindung eines bestimmten Körpers unter gänzlich verschiedenen Verhältnissen zur Zersetzung veranlaßte, könnte man hoffen andere Zersetzungsproducte und unter ihnen auch polymere Modificationen zu erhalten. Allein unter diesen verschiedenen Verhältnissen sind nicht bloß diejenigen zu verstehen, die wir in einer Retorte oder

irgend einem chemischen Apparate bewirken können; diese werden dem Zersetzungsprodukte allerdings verschiedene Eigenschaften ertheilen, wie dies ja das Verhalten vieler Körper in statu nascenti hinlänglich beweist, allein indem sie sich wiederum den allgemein herrschenden Verhältnissen nähern, folgt ihnen das Zersetzungsproduct und sobald sie bei letzteren angelangt sind, ist auch dieses derselbe Körper geworden wie der, von dem man ausging. Unter jenen gänzlich verschiedenen Verhältnissen können mithin nur Naturverhältnisse verstanden werden, durch welche der Körper eine andere Bedeutung für das gesammte Naturleben erhält, welche jedoch künstlich hervorzurufen wir nicht im Stande sind, daher auch alle Bemühungen durch verschiedenartige Combinirung und Behandlung der übrigen einen bestimmten unzerlegten Körper zu erhalten, also die unzerlegten Körper in einander umzuwandeln, mag ihnen nun ein wahrhaft wissenschaftliches Interesse, oder die Hoffnung eines materiellen Gewinnes zu Grunde liegen, stets erfolglos bleiben müssen. — Anders verhält es sich aber, wenn wir die verschiedenen Körper als Theile des Erdganzen und an dessen Entwickelung theilnehmend betrachten. Daß die Verhältnisse auf der Erde in Folge ihrer inneren Gestaltung und Entfaltung die großartigsten Veränderungen erlitten haben, ist eine unbestreitbare Thatsache, und mögen nnn diese Veränderungen längere oder kürzere Zeit zu ihrer Vollendung erfordert haben: der Erfolg mußte derselbe bleiben, es mußten mit den veränderten Zuständen des Ganzen auch die Beziehungen der einzelnen Wesenheiten verändert werden, d. h. es mußten ganz oder theilweise andere Körper entstehen. — Hier konnte es also geschehen, daß durch die Zersetzung verschiedener Verbindungen eines und desselben Körpers unter so veränderten Verhältnissen

verschiedene Zersetzungsproducte zum Vorschein kamen, welche entweder bei gleichen Mischungsgewichten in einem isomeren, oder bei verschiedenen Mischungsgewichten in einem polymeren Verhältnisse zu einander standen. — Unter den unzerlegten Körpern finden sich nun in der That mehrere, bei denen man ein solches Hervorgehen des einen aus dem andern anzunehmen berechtigt erscheint. Die nahverwandten Metalle Platin und Iridium haben ganz dasselbe Mischungsgewicht: Pt = Ir = 1232, 08; die Mischungsgewichte von Chrom und Eisen Cr = 328,87, Fe = 330,527, ebenso die von Nickel und Kobalt, Ni = 369,33, Co = 368,65 nähern sich einander so, daß die beobachteten Differenzen als Beobachtungsfehler gelten könnten. — Während diese Beispiele auf isomer-allotropische Modificationen schließen lassen, fühlt man sich geneigt in den folgenden polymer-allotropische Zustände anzunehmen: Das Mischungsgewicht des Aluminiums ist nahe doppelt so groß als das des Berylliums, Al = 170, 90, Be = 87,124, 2 Be = 174,248; das Mischungsgewicht des Magnesiums nahe doppelt so groß als das des Lithiums, Mg = 158,14, Li = 81,66, 2 Li = 163,32; das Mischungsgewicht des Wolframs nahe doppelt so groß als das des Molybdäns, W = 1183,36, Mo = 596,10, 2 Mo = 1192,20; das Mischungsgewicht des Siliciums nahe doppelt so groß als das des Bors, Si = 277,778, B = 136,204, 2 B = 272,408; endlich ist das Mischungsgewicht des Schwefels sehr nah gleich dem doppelten, das des Selens gleich dem fünffachen, das des Tellurs gleich dem achtfachen Mischungsgewichte des Sauerstoffs, denn es ist: O = 100,00, S = 200,75, Se = 495,285, Te = 801,76. —

Es ist schwer anzunehmen, daß diese Zahlenverhält-

nisse nur ein Spiel des Zufalls sein sollten, sondern sie dürften uns wohl zu der Annahme berechtigen, daß zwischen den Mischungsgewichten der verschiedenen unzerlegten Körper ein gewisser Zusammenhang stattfindet dessen genaue Erforschung ein weites Feld für die Wissenschaft höchst wichtiger Entdeckungen zu eröffnen bestimmt scheint. Allein Berzelius bemerkt sehr richtig, daß so lange nicht eine vollgültige Revisions-Untersuchung in Betreff der für die Mischungsgewichte aufgestellten Zahlen vorgenommen und auf alle ausgedehnt ist, es gefährlich sei sich auf Speculationen einzulassen, welche sich auf jenen Zusammenhang stützten, denn es könnte leicht geschehen, daß diese Untersuchung die bereits differirenden Mischungsgewichte noch mehr von einander oder von der vorausgesetzten Beziehung unter einander entfernte und man daher zu falschen Annahmen verleitet würde, deren Unrichtigkeit sich erst spät verrathen dürfte. Es genüge daher auf diesen mehr als wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen den Mischungsgewichten einzelner Körper aufmerksam gemacht zu haben ohne uns schon jetzt mit den Folgerungen zu beschäftigen, die aus der erwiesenen Thatsache gezogen werden müßten. —

Nachdem wir nun den Isomerismus in allen möglichen Formen seines Auftretens kennen gelernt, muß noch einer Erscheinung gedacht werden, die allerdings einer besonderen Erklärung nicht bedarf, auch streng genommen mit dem Isomerismus in keiner Beziehung steht, aber dennoch leicht zur Annahme von Isomerismus verleiten kann, wo derselbe keineswegs vorhanden ist. Es ist dies der Metamerismus. Metamer nannte Berzelius diejenigen Verbindungen, deren nähere Bestandtheile zwar verschieden, deren entferntere aber dieselben sind. Wird

Cinchonin mit Chlor behandelt, so werden 4 M. G. Wasserstoff durch 4 M. G. Chlor entfernt und ersetzt, man erhält eine basische Verbindung, ähnlich dem Cinchonin. Ebenso erhält man durch Einwirkung von Brom auf Cinchonin eine basische Verbindung, in welcher an die Stelle von 4 M. G. Wasserstoff 4 M. G. Brom getreten sind. Wird nun jene Verbindung mit Bromwasserstoff, diese mit Chlorwasserstoff behandelt, so erhält man zwei Verbindungen gleicher procentischer Zusammensetzung, die zugleich isomorph sind; allein während die eine 4 M. G. Cl. in der Basis und 4 M. G. Br. in der Säure enthält, ist dies Verhältniß bei der anderen grade umgekehrt, daher die verschiedenen Reactionen, die Kali in ihren Auflösungen erzeugt; es bildet sich nämlich bei letzterer Chlorkalium und Brom-Cinchonin scheidet sich aus, während erstere Bromkalium und Chlor-Cinchonin giebt. —

Man sieht die Verschiedenheit metamerer Verbindungen erklärt sich von selbst, da sie ja aus der Wechselwirkung verschiedener Körper hervorgegangen sind, so wie es andererseits als eine Nothwendigkeit erscheint, daß unter den Verbindungen höherer Ordnung oder überhaupt solchen, welche eine große Anzahl verschiedenartiger Bestandtheile enthalten, der Metamerismus eine sehr häufig vorkommende Erscheinung ist.

Folgendes Beispiel ist interessant, weil daraus hervorgeht, wie oft metamere Verbindungen in einander übergehen und sich dadurch dem forschenden Chemiker die überraschendsten Substanzveränderungen darbieten. Mischt man in der Kälte Cyansäure mit wäßrigem Ammoniak, so enthält die Flüssigkeit cyansaures Ammoniak, was sich dadurch beweisen läßt, daß sie mit stärkeren Säuren Cyansäure

und durch Kali oder Natron Ammoniak entwickelt. Die Formel für das cyansaure Ammoniak ist $N^2C^2O + N^2H^6 + H^2O$. Erwärmt man aber die Auflösung oder läßt sie auch nur, sich frei verdunstend längere Zeit stehen, so findet man in der Flüßigkeit nicht mehr cyansaures Ammoniak sondern Harnstoff, dessen Formel $N^4C^2O^2H^8$ ist, aus welcher hervorgeht, daß beide Körper, das cyansaure Ammoniak und der Harnstoff dieselben Bestandtheile, in denselben Mengenverhältnissen, jedoch anders geordnet enthalten. —

VII.

Vorläufige Bemerkungen über die Atomistik. Atomgewicht.

Während das zweite Quantitäts-Gesetz: „dieselbe chemische Verbindung enthält stets dieselben Bestandtheile in demselben Mengenverhältniß", zu der Erörterung der Frage Veranlassung gab, ob auch der umgekehrte Satz gültig sei und dieselben Körper in demselben Mengenverhältnisse aufeinander wirkend stets dieselbe Verbindung erzeugen, woran sich die Betrachtung der verschiedenen Formen des Isomerismus schloß; an das vierte hingegen sich höchst interessante und wichtige Betrachtungen über den Zusammenhang zwischen Mischungsgewicht und den übrigen chemischen und physicalischen Eigenschaften der Körper anschließen, nöthigt uns das 3. Gesetz zu einigen vorläufigen Bemerkungen über die atomistische Theorie. Die Thatsache nämlich, daß wenn zwei Körper sich in mehreren Verhältnissen chemisch mit einander verbinden, die Quantität eines jeden Bestandtheiles in den verschiedenen Verbindungen in einem einfachen multiplen Verhältnisse zu- oder abnimmt, wird von

den meisten chemischen Schriftstellern als das sprechendste Zeugniß dafür angesehen, daß die Materie nicht wie der Raum ins Unendliche theilbar sei, sondern daß die Möglichkeit der Theilung derselben eine nicht weiter überschreitbare Grenze haben müsse, so daß die Theile der Materie, wenn sie diese Grenze erreicht haben, jeder mechanischen Kraft, die sie in noch kleinere Partikel zu theilen strebt, einen unüberwindbaren Widerstand leisten. Diese letzten materiellen Partikel werden Atome (α privativum, τέμνω seco) genannt und die auf der Annahme derselben beruhende Erklärungsweise der chemischen Erscheinungen, die atomistische Theorie. Es ist diese Theorie, die bereits in den ältesten Zeiten in Leucipp, Demokrit, Epikur, Lucrez, Lesage u. a. ihre Anhänger hatte, in neuerer Zeit vorzugsweise durch Dalton*) wieder in's Leben gerufen und durch die umfassenden Arbeiten von Berzelius zu einem hohen Grade der Ausbildung so wie zu allgemeiner Anerkennung gebracht worden. — Jedoch erwarte man nicht, daß es bereits geglückt sei durch fortgesetzte mechanische Theilung einen Körper in die letzten untheilbaren Patrikel zu zerlegen; im Gegentheil wenn man erwägt, daß sich nach Ehrenberg durch mikroskopische Untersuchungen organischer Theile bei einigen direkt nachweisen läßt, daß sie nur 1/16000 Linie, bei anderen indirect, daß sie weniger als 1/6000000 Linie im Durchmesser haben, daß diese Theile aber selbst aus mehreren Atomen organischer Substanz bestehen und jedes Atom organischer Substanz eine gewisse Anzahl Atome von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und oft auch Stickstoff enthält, so leuchtet ein, daß bei aller

*) New system of chemical philosophy 1807, deutsch von Fr. Wolf. Berlin 1812.

Vervollkommnung der mechanischen und optischen Instrumente es nie gelingen wird, das Vorhandensein von Atomen unmittelbar nachzuweisen, also den directen Beweis für die Richtigkeit der Theorie zu führen, sondern daß dieselben in Folge ihrer ungemeinen Kleinheit sich stets jeder directen Wahrnehmung entziehen werden. Allein so klein auch die Atome sein mögen, so muß man doch ein bestimmtes Gewicht, eine bestimmte Größe und eine bestimmte Form an ihnen voraussetzen. — Ueber die Form der Atome ist man lange uneins gewesen; die bestimmte Krystallgestalt mancher Körper schien die Annahme zu rechtfertigen, daß diesen bestimmten Gestalten ähnlich geformte Atome zu Grunde liegen, allein die bestimmt geformten Atome setzten der Erklärung der Krystallgestalten der Verbindungen so wie auch des Dimorphismus unzerlegter Körper solche Schwierigkeiten entgegen, daß man sich veranlaßt fand den Atomen ohne Unterschied die Kugelform beizulegen. Es war außerdem unvermeidlich sie für alle uns zu Gebote stehenden Mittel, als ganz unveränderlich zu betrachten, so daß sie nicht bloß als undurchdringlich, untheilbar, unzusammendrückbar rc. sondern auch in jeder andern Beziehung als an sich unveränderlich gedacht werden müssen. — Die Unveränderlichkeit der Atome und die Fähigkeit der daraus gebildeten Körper auf einen kleineren Raum zusammengedrückt oder zu einem größeren ausgedehnt zu werden, nöthigen zu der Annahme, daß die Atome der Körper sich nicht in unmittelbarer Berührung befinden, sondern durch leere Räume von einander getrennt sind. — Die Atome ferner der verschiedenen Grundstoffe sind specifisch verschieden, aber die jedes einzelnen sind unter sich gleich. Die Atome verschiedener Grundstoffe sind von verschiedener Größe und da sie den Raum in gleicher Weise

erfüllen, verschieden schwer. — Die chemische Verbindung endlich besteht in einer Juxtaposition heterogener Atome, ist also eine gleichsam in's Feinste gehende Mengung derselben und daß dennoch die Verbindung homogen erscheint, beruht auf der Kleinheit der Atome, auch der zusammengesetzten, der zu Folge sie nie einzeln gesehen werden, sondern das Auge nur die Massen erkennt, die aus ihrer Zusammenhäufung entstehen. —

Diese wenigen Sätze der Atomistik genügen um die von ihr gegebene Erklärung der in den beiden vorhergegangenen Abschnitten entwickelten Quantitäts-Gesetze und der Erscheinungen des Isomerismus zu verstehen. —

Wenn nämlich die Körper aus Atomen bestehen, so können sie sich auch nur nach Atomen mit einander verbinden, nicht aber nach dazwischen liegenden Theilen, da dies dem Begriff der Atome zuwider ist. Hieraus folgt einmal, daß das Gewicht einer Verbindung stets gleich sein muß dem Gewichte der in ihr vorhandenen Atome oder dem Gewichte ihrer Bestandtheile (S. 65), dann aber auch, daß wenn eine bestimmte Anzahl von Atomen zweier oder mehrerer Körper zur Erzeugung irgend einer Verbindung, nothwendig ist, diese Verbindung, da die Atome eines und desselben Körpers alle gleich schwer sind, die Bestandtheile stets in demselben Mengenverhältnisse enthalten muß (S. 66). —

Nimmt man ferner an, daß je 1 Atom eines Körpers sich nur mit 1, 2, 3, 4, 5 ꝛc. Atomen eines andern Körpers, oder 2 Atome mit 1, 3, 5 ꝛc. Atomen, kurz eine bestimmte Anzahl Atome des einen Körpers nur mit einer bestimmten und geringen Anzahl Atome des andern Körpers, chemisch verbinden können, so erklärt sich durch diese Annahme zugleich das Auftreten der multiplen Pro-

portionen (S. 67) und **wenn** endlich die Atome dasselbe relative Gewicht untereinander besitzen, welches durch die Mischungsgewichte ausgedrückt wird, so werden die Mischungsgewichte zu **Atomengewichten** und es versteht sich dann von selbst, daß sich bei jedem Körper eine bestimmte relative Gewichtsmenge finden lassen muß, in welcher oder in deren Multiplis er sich nur mit anderen Körpern verbindet (S. 71). —

Es kann gewiß nicht in Abrede gestellt werden, daß die im 5. Abschnitt angeführten Quantitäts-Gesetze auf höchst ungezwungene Weise begründet wurden und sich als die nothwendige Folge der ursprünglichen und durch die Umstände modificirten chemischen Thätigkeit der Materie überhaupt ergaben, so daß wir keineswegs der Atomistik bedurften um zu ihrem Verständnisse zu gelangen. Wenn dennoch diese Hypothese hier erwähnt wurde, so geschah dies vorzugsweise um in den bald anzustellenden Erörterungen über Atomvolumen und den Zusammenhang von Mischungs-Gewicht und gewissen andern Eigenschaften der Körper, ihre Kenntniß voraussetzen zu können, dann aber auch weil allerdings die Behauptung Rammelsbergs „daß die dynamische Hypothese unter den Chemikern wohl schwerlich noch Beifall finden dürfte,*) leider eine allzubegründete ist. — Es wird eine Zeit kommen, wo es erlaubt sein wird in einem Lehrbuche der Chemie, dessen Aufgabe die Darstellung der Gegenwart der Wissenschaft ist, die Atomistik mit Stillschweigen zu übergehen, wo diese, ebenso wie das Phlogiston nur noch für den historisch-chemischen Schriftsteller von Interesse sein wird. Allein unter den obwaltenden Verhältnissen, wo die Atomistik sich rühmt, sich

*) Lehrbuch der Stechiometrie p. 150.

dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse am besten anzuschließen und gewissermaßen der Ausdruck derselben zu sein,**) während sie vielmehr an die Stelle eines wahrhaft wissenschaftlichen Principes den beengendsten Schematismus gesetzt hat, ist es die Pflicht eines jeden die Annahme der Atome verwerfenden chemischen Schriftstellers, nicht bloß durch Darlegung und Motivirung seiner Ansichten, die Möglichkeit einer anderen Erklärungsweise darzuthun, sondern auch durch den Nachweis der mangelhaften Begründung jener Annahme, so wie deren Unfähigkeit die chemischen Erscheinungen zu erklären, die Unmöglichkeit in's Auge fallen zu lassen, ihr fernerhin die Anerkennung einer auf Thatsachen sich stützenden Theorie zu zollen und sie der Erklärung der chemischen Erscheinungen zu Grunde zu legen. —

Statt die Materie als den Inbegriff der Wirkungen der allgemeinen Naturthätigkeiten zu betrachten und die Verschiedenartigkeit der Körper durch die Verschiedenartigkeit der Bedingungen und Umstände ihres Ent- und Bestehens und der dadurch bedingten modificirten einheitlichen Verbindung der ihre Natur und Form bestimmenden Funktionen zu erklären, geht die Atomistik von dem mitgebrachten fixen Begriffe von Ganzen und Theilen aus, vom Bestehen aus Theilen und schon Vorhandengewesensein dessen, als eines solchen was sich entstehend zeigt. Während ohne Objectives, ohne Gegenstände und Kräfte unendlich verschiedener Art kein Subjectives, — ohne körperliche Außenwelt, keine innere Geisteswelt und Geistigkeit, — ohne That und Wirken nach Außen, ohne Schaffen, kein Leben bestehen kann, Objectives und Subjectives mithin, Körper und Geist sich

---

**) Schrötter, die Chemie 2c. p. 18.

gegenseitig setzen und ihre Existenz bedingen, und keines ohne das andere möglich ist, daher in der Natur ewiges Sein, Entstehen und Vergehen Raum erfüllender, sich modificirender Körperlichkeiten, ihrer Kräfte und Actionen, als das Objective, die Außenwelt bewirkende, und ebenso ein ewiges Auftreten, Bilden und Werden von unendlich modificirten Geistigkeiten, deren Dasein und Wirken die Tendenz des Körperlichen ist; — unterscheidet die Atomistik streng die Materie von dem ihre Thätigkeit Bedingenden. Die Materie gilt dem Atomisten als absolut todt, als in sich regungs- und bestimmungslos. Die Bestimmungen zu den Regungen mit ihren mancherlei Bewegungen und Erscheinungeu werden als Thatsachen nicht geläugnet, aber sie werden geläugnet, als von innen heraus statthabende Bestimmungen. Die Wirksamkeit der Materie erscheint der Atomistik immer nur als ein von außen veranlaßter Erfolg, zu dem sie durch irgend ein rein äußerlich gesetztes Motiv, durch einen mechanischen Impuls, durch einen fingirten, latent oder freigesetzten imponderablen Stoff, durch irgend eine isolirte zum Leben und zur Einheit des Lebens ganz beziehungslos gedachte Kraft bestimmt und getrieben wird.*) — Während endlich nach der Naturanschauung, welche den hier gegebenen Erklärungen chemischer Erscheinungen zu Grunde liegt, ein geistiges Princip alle Existenzen und Regungen in der Natur beherrscht und in Einklang zu einem Zweck, zu einer Tendenz leitet, ebenso wie ja ein Ich und eine Einheit sowohl die auf Individualität sich beziehende, körperlich Raumerfüllende, als auch die geistige, gemüthliche auf Universalität sich basirende Existenz des Menschen be-

*) Pohl, das Leben der unorganischen Natur.

herrscht und regiert, — erscheint es nach der Atomistik als ein reines Spiel des Zufalles, daß sich den an sich regungslosen Atomen ursprünglich vorhandener Körperlichkeiten gewisse Materien zugesellten, welche sie in verschiedene Zustände versetzten, wodurch sie zu Verbindungen und Trennungen veranlaßt wurden, als deren mehr oder weniger nothwendiges Resultat nach und nach die Welt in ihrer gegenwärtigen Gestalt hervortrat. —

Es bleibe Jedem, dem es darum zu thun ist, nicht bloß einen Autoritäten-Glauben, sondern eine eigne Ueberzeugung zu besitzen, überlassen sich selbst das Urtheil über dieses Fundament der Atomistik zu bilden; es wird dies für ihn keine schwere Aufgabe sein und der Verfasser nicht der Gefahr ausgesetzt, sich den Vorwurf der Geringschätzung gegen anerkannte Persönlichkeiten zuzuziehen. Nur sei noch die Bemerkung erlaubt, daß besonders in Deutschland seit Kant es nicht hätte in Vergessenheit kommen sollen, daß die Feststellung des Begriffes und die Construktion der Materie nie die Aufgabe empirischer chemischer Forschung sein kann, sondern ausschließlich der Naturphilosophie vorbehalten werden muß*), und an den Ausspruch jenes Philosophen erinnert, welcher sich bereits vor einem halben Jahrhundert in seinen metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft S. 78. über Atome und ihr Getrenntsein durch leere Räume folgendermaßen äußerte: „Alles, was uns des Bedürfnisses überhebt, zu leeren Räumen unsere Zuflucht zu nehmen, ist wirklicher Gewinn für die Naturwissenschaft. Denn diese geben gar zu viel Freiheit der Einbildungskraft den Mangel der inneren Naturkenntniß durch Erdichtung zu ersetzen. Das absolut Leere und das absolut Dichte

---

*) a. a. O. p. 15.

sind in der Naturlehre ohngefähr das, was der blinde Zufall und das blinde Schicksal in der metaphysischen Weltwissenschaft sind, nämlich ein Schlagbaum für die herrschende Vernunft, damit entweder Erdichtung ihre Stelle einnehme, oder sie auf dem Polster dunkler Qualitäten zur Ruhe gebracht werde." —

Im Allgemeinen verkennen es übrigens die Anhänger der Atomistik nicht, daß die naturphilosophische ihre schwächste Seite ist, und unterlassen es daher auf diesem Gebiete ihre Ansicht zu verfechten; hingegen haben es mehrere versucht in der Form des apogogischen Beweises die Nichtannahme der Atome ad absurdum zu führen. Nie gab es, so lautet dieser Beweis, einen größeren Irrthum, als die Annahme, daß die Materie unendlich theilbar sei. Bestand die Materie in der That aus unendlich kleinen Theilchen, so war sie gewichtlos, und eine Milliarde dieser Theilchen zusammengelegt konnte nicht mehr wiegen, wie ein einzelner unendlich kleiner Theil*). — Nöthigte nicht der Zusammenhang diesen Beweis als ernst gemeint zu nehmen, man würde in der That geneigt sein in ihm eine beissende Satyre auf die Atomistik zu erblicken, denn abgesehen davon, daß eben nur der Atomist das Ganze aus Theilen entstanden, und nicht umgekehrt, die Theile aus dem Ganzen hervorgegangen betrachten kann, so heißt doch eine derartige Escamotage der Materie eine allzu große Kurzsichtigkeit des zu Ueberzeugenden voraussetzen. Durch Theilung eines Gewichthabenden kann nie ein Gewichtloses erhalten werden, nnd sei die Theilung in concreto oder abstracto noch so weit fortgesetzt, immer wird die Summe

*) Chemische Briefe von J. Liebig p. 127; Lehrbuch der Stöchiometrie von Rammelsberg 150.

der Gewichte aller Theile gleich dem Gewichte des Ganzen sein müssen.

So schwach aber die Motive und Beweise für die Atomistik überhaupt sind, so schwach ist diese Theorie selbst in der Erklärung der einzelnen chemischen Erscheinungen. Es konnte diese Schwäche nicht klarer dargethan werden, als es durch einen ihrer ausgezeichnetsten Anhänger geschehen ist. Schrötter*) nämlich erachtete es für nothwendig der allgemeinen Characteristik der Atome noch folgenden Zusatz beizufügen: „man ist noch ferner genöthigt diesen Atomen alle die Eigenschaften beizulegen, die zur Erklärung der mannigfaltigen chemischen Veränderungen, welche wir an den Körpern beobachten, nothwendig sind. Eine Theorie, welche in dieser Weise zu jeder Annahme bereit ist, erklärt freilich Alles aber auch zugleich Nichts. Zur Rechtfertigung dieser, vielleicht etwas zu hart erscheinenden Aeußerung wird sich im Folgenden vielfältig Gelegenheit darbieten; in Betreff aber der bisher erwähnten chemischen Erscheinungen und namentlich der in Abschnitt V. angeführten Quantitätsgesetze, überlassen wir es gern den Anhängern der Atomistik, jene Aeußerung selbst als wahr zu bestätigen. — Wenn es selbst hinreichend erwiesen wäre, sagt Berzelius, daß die Körper aus untheilbaren Atomen zusammengesetzt wären, so würde daraus noch nicht folgen, daß die Erscheinungen der chemischen Proportionen, zumal die, welche wir in der unorganischen Natur beobachtet haben, nothwendigerweise stattfinden müssen. Es bedarf noch des Vorhandenseins gewisser Gesetze, welche die Verbindungen der Atome ordnen und ihnen gewisse Grenzen bestimmen; denn es ist klar, daß wenn sich eine unbestimmte An-

*) Schrötter, Chemie 18.

zahl von Atomen eines Elementes mit einer ebenfalls unbestimmten Anzahl von Atomen eines anderen Elementes verbinden könnte, es eine unendliche Anzahl von Verbindungen gäbe, zwischen welchen der Unterschied der relativen Menge der constituirenden Theile meistens zu klein wäre, um selbst bei unseren genauesten Versuchen bemerklich zu sein. Es sind also vorzüglich diese Gesetze, von welchen die chemischen Proportionen abhängen*).

Diese Argumentation zu unserem Gunsten, daß nämlich durch die Annahme der Atome für die Erklärung der multiplen Proportionen nichts gewonnen ist, ist so erschöpfend und klar, daß wir ihr nichts hinzuzusetzen haben und wir nur noch bemerken, daß mit Ausnahme des ersten Gesetzes, wonach das Gewicht einer chemischen Verbindung gleich der Summe der Gewichte ihrer Bestandtheile ist, dieselbe auch auf alle übrigen Gesetze eine gleiche Anwendung findet, denn weder die Thatsache, daß dieselbe chemische Verbindung stets dieselben Bestandtheile in demselben Mengeverhältnisse enthält, (2. Gesetz) noch die, daß ein jeder Körper ein Mischungs-Gewicht besitzt, (4. Gesetz) sind, das Vorhandensein der Atome zugegeben als Naturnothwendigkeiten zu betrachten. Auch hier kann man mit vollem Rechte sagen: wenn es selbst hinreichend erwiesen wäre, daß die Körper aus Atomen bestehen, so würde daraus nicht folgen, daß einmal der Character einer chemischen Verbindung wesentlich verändert werden muß, je nachdem von dem einen Bestandtheil ein Atom mehr oder weniger in die Verbindung eingeht, dann, daß das Gewicht, welches ein Atom eines Körpers beziehungsweise zu den Atomen des andern Körpers besitzt, gleichzeitig die Gewichtsmenge sein muß,

*) Berzelius, Lehrbuch der Chemie 3. Aufl. 5. Bd. p. 31.

in der er sich mit den andern Körpern chemisch verbindet. Es bedarf noch des Vorhandenseins gewisser Gesetze, welche die Wirksamkeit des Atoms bestimmen und dasselbe als die einheitliche Verbindung von Quantität und Qualität auftreten lassen.

Inhaltsverzeichniß des 1. Heftes.

Druck von Carl Schultze in Berlin.

Müller, L.

Lehrbuch der theoretischen Chemie

Bd.: 1

Berlin 1850